

Avsättningsmöjligheter för slaggrus från avfallsförbränning vid Åmotfors Energi

*Market outlets for bottom ash from waste incineration
at Åmotfors Energi*

Anna Laggren

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för energi och teknik

Anna Laggren

Avsättningsmöjligheter för slaggrus från avfallsförbränning vid Åmotfors Energi
Market outlets for bottom ash from waste incineration at Åmotfors Energi

Handledare: Jan Hallgren, Åmotfors Energi
Ämnesgranskare: Raida Jirjis, institutionen för energi och teknik, SLU
Examinator: Åke Nordberg, institutionen för energi och teknik, SLU

TE0002, Examensarbete 30 hp, Avancerad nivå, D-nivå, teknik
Civilingenjörsprogrammet i energisystem 270 hp

Serienamn: Examensarbete (Institutionen för energi och teknik, SLU)
ISSN 1654-9392
2014:11

Uppsala 2014

Nyckelord: slaggrus, avfallsförbränning, deponitäckning, återanvändning, anläggningskonstruktioner, förstärkningslager

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Abstract

The incineration of waste is steadily increasing in Sweden and so is the production of ashes. The bottom ash has for many years been used as construction material in landfills. Now many of the nation's landfills are closed and there is a great need to find another beneficial use for the ash. Bottom ash is a gravel-like material and with its material properties it can replace natural gravel in parts of roads and surface constructions. Today this use is only approved within landfill areas where leachate is collected and checked. Outside the landfill area, authorities are uncertain of the environmental impact of the bottom ash and of what future risks it entails.

The aim of this work was to investigate market opportunities for bottom ash from Åmotfors Energy, with the goal to be a background basis for an application of the use of bottom ash outside the landfill area.

The results of analyzes shows that the bottom ash from Åmotfors Energy is comparable with bottom ash from the rest of Sweden regarding both the total concentrations and environmental aspects.

When the values from the analyses of the ash are compared with the standard values for total allowed concentrations announced by the Environmental Protection Agency, the guideline values for almost all parameters are exceeded. If you instead look at the leaching from bottom ash - almost all parameters pass the guidelines. The reason why the guideline values for leaching may be withheld while the guideline values for total concentrations exceeded is that ash has a capacity to bind substances stronger than earth materials and waste, which the guideline values are set for.

It is possible to find an application for use of bottom ash from Åmotfors Energi outside the landfill area. It is important to choose a project where the bottom ash is suitable as a construction material. Examples of these include surface construction near industries or road constructions where there is no contact with groundwater. Near Åmotfors the national road 61 is under reconstructions and if bottom ash from Åmotfors Energi would be allowed in the construction, about 130 000 ton could be useful. This is about 13 years of production. Bottom ash can also be used in parking spaces near shopping centers which are continuously being expanded in Eda Municipality. For a normal parking space of 20 000 square meters about 20 000 tonnes of bottom ash is needed.

The results of interviews with landfills in neighboring municipalities gave indications that there could be a need for bottom ash as a construction material on two of the landfills. The need was estimated to 5000 - 10 000 tonnes per year over the next few years.

The ash from Åmotfors Energi is, like bottom ashes from other waste incineration plants to be seen as a resource. Today, metal is extracted from the ashes because of the economic benefits, but in the future it is possible that we will see bottom ash as a resource that can replace of virgin and non-renewable materials.

Sammanfattning

Förbränningen av avfall ökar stadigt i Sverige och så gör även produktionen av restprodukter i form av askor. Bottenaskan från avfallsförbränning i Sverige har i många år använts till sluttäckningen av deponier. Nu är många av landets deponier avslutade och behovet att hitta annan nyttig användning för askan är stort.

Bottenaskan innehåller förutom aska, oförbränt material som metaller, glas och annat som går igenom förbränningsanläggningen utan att förbrännas helt. Metaller sorteras ut med stora sorteringsanläggningar och fraktioneras i olika storleksfraktioner. Askan lagras och mognar och kallas därefter slaggrus. Slaggrus är ett grusliknande material, som med sina materialegenskaper kan ersätta naturgrus i delar av anläggningsbyggnader som vägar och ytor. Idag är denna användning endast godkänd inom deponiområde där lakvatten samlas upp och kontrolleras. Utanför deponiområde ser myndigheterna osäkerheter med slaggrusets miljöpåverkan och vilka framtida risker användandet av slaggrus för med sig.

Syftet med arbetet är att utreda avsättningsmöjligheter för slaggrus från Åmotfors Energi, med målet att kunna vara ett bakgrundsunderlag till en ansökan om användning av slaggrus utanför deponiområde.

Askan från Åmotfors Energi lagras, sorteras och omvandlas till slaggrus på Eda kommuns deponi. Där har den använts till att iordningställa vägar och ytor. I en nära framtid kommer Eda kommun att påbörja sluttäckningen av deponin. Kommunen har uppskattat att det finns ytterligare behov av ca 100 000 ton slaggrus innan deponin kan avslutads. Mängden motsvarar ungefär 8 års produktion i Åmotfors Energis förbränningsanläggning, med dagens kapacitet. Förbränningsanläggningens livslängd beräknas vara ytterligare 5 år och istället för att börja titta på annan användning de sista åren är det en god idé att dela upp användningen av slaggrus mellan olika användningsområde så tidigt som möjligt. Alternativen som har undersökts i detta arbete har varit både stora och mindre användningsområden.

Genom intervjuer har behovet av slaggrus på andra närliggande deponier undersökts. Intresset för materialet var positivt men behovet ansågs endast finnas på två deponier och då mindre mängder, 5 000 – 10 000 ton per år de närmaste åren.

Om slaggruset istället skulle användas till den planerade utbyggnaden av RV61, i närheten av Åmotfors så skulle det behövas ca 130 000 ton slaggrus till förstärkningslager i breddningar och nydragningar av vägen. För att bygga en parkeringsplats invid de i Eda kommun ständigt expanderande köpcentrumen på 20 000 m² så skulle det behövas ca 20 000 ton slaggrus.

Miljömässigt så visar resultaten av analyser att slaggruset från Åmotfors Energi är jämförbart med slaggrus från övriga Sverige. Slaggruset hade vid provtagningstillfället sorterats i två fraktioner, 0-10 mm och >10 mm. Då totalhalter av föroreningar i slaggruset jämförs med de riktvärde som presenteras i Naturvårdsverkets Handbok

2010:1 så överskrids riktvärdena för den högre nivån som är användning i ”Deponitäckning ovan tätskikt” för de flesta parametrar i både finfraktionen och grovfraktionen. Kvicksilver i finfraktionen är den enda parameter av totalhalterna som klarar riktvärdet för den lägre nivån ”Mindre än ringa risk”. När man istället tittar på utlakningen från slaggruset klarar alla parametrar de uppsatta riktvärdena för användning i ”Deponitäckning ovan tätskikt”, med ett undantag koppar i grovfraktionen vid C0 L/S 0,1. Riktvärdet för ”Mindre än ringa risk” överskrids för klorid och sulfat för båda fraktionerna, samt för arsenik för finfraktionen vid C0 L/S 0,1.

Skillnaden är stor vid jämförelse av hur totalhalterna och lakningshalterna klarar de uppsatta riktvärdena. Orsaken till att riktvärdena för lakning klaras medan riktvärdena för totalhalter överskrids är att askor har en förmåga att binda ämnen starkare än de jordmaterial och avfallsslag som riktvärdena är uppsatta för. Enligt handboken så kan material som underskrider ”Mindre än ringa risk” användas utan anmälan till tillsynsmyndighet och för material som överskrider riktvärdet för ”Deponitäckning ovan tätskikt” ska tillstånd enligt miljöbalken sökas för att återvinning som anläggningsmaterial ska vara godkänd. Om halterna i materialet ligger mellan de uppsatta riktvärdena ska en ansökan till tillsynsmyndigheten lämnas in före användandet av avfallet. Enligt handboken ska både totalhalter och lakegenskaper klara riktvärdena vilket för slaggrus från Åmotfors Energi innebär att en tillståndsansökan enligt miljöbalken ska göras för att kunna använda slaggruset i anläggningsarbeten.

Slutsats: det är möjligt att göra en ansökan om användning av slaggrus från Åmotfors Energi utanför deponiområde och det finns möjliga projekt i närheten av Åmotfors. Det är viktigt att välja ett projekt där slaggruset är lämpligt som konstruktionsmaterial och att i enlighet med Svenska Energiaskors handbok ”Att använda askor rätt – Handbok för miljöprövning av askor” beskriva slaggrusets påverkan samt planen för egenkontroll.

Askan från Åmotfors Energi är i likhet med askor från andra avfallsförbränningsanläggningar att se som en resurs. Idag är metallutvinningen ur askan den ekonomiska vinningen, men eventuellt kan vi i framtiden även se slaggruset som en resurs som kan ersätta jungfruliga och ändliga material.

Exekutiv sammanfattning

Slaggruset som framställs ur askan från Åmotfors Energi används idag till konstruktion och sluttäckning av den närliggande deponin Lunden i Eda kommun. Slaggruset är ett gruslikande material som kan ersätta naturgrus i konstruktioner av bl.a. vägar och industriplaner.

Kvalitén på slaggruset tillverkat av Eda kommun är jämförbart med andra svenska slaggrus. Det innehåller en hel del föroreningar i form av metaller. Dessa är hårt bundna till askpartiklarna och utlakningen är liten efter att materialet har fått mogna och pH-värdet har stabiliserats.

Det är möjligt att ansöka om användning av slaggrus från Åmotfors Energi utanför deponiområde och det finns möjliga projekt i närheten av Åmotfors. Vid tillståndsansökan för användning av slaggrus utanför deponiområde är det viktigt att välja projekt där slaggruset är lämpligt som konstruktionsmaterial. I ansökan ska slaggrusets miljöpåverkan och planen för egenkontroll beskrivas. Tänkbart användningsområde för slaggruset är i RV61, en väg i närområdet som genomgår en stor uppgradering. Vid användning på lämpliga ställen, där slaggruset ej kommer i kontakt med grundvatten eller infiltrerande vatten, så är behovet uppskattat till ca 130 000 ton slaggrus.

Förord

Detta examensarbete påbörjades 2005, men då med helt andra förutsättningar. Anläggningen som Åmotfors Energi nu driver var i början av projekteringen, ett framtidsprojekt inom pappersbruket Åmotfors Bruk. Behovet var då att ta reda på hur aska från en eventuell avfallsförbränning skulle hanteras, hur den skulle behandlas, var behandlingen skulle ske och vilka föroreningar den kunde tänkas innehålla.

Miljötillstånd söktes och 2010 stod avfallsförbränningsanläggning klar. Vid färdigställandet av detta arbete har anläggningen producerat ca 50 000 ton restprodukter i form av bottenaska. Askan har sedan anläggningen startat lagrats, sorterats och använts som konstruktionsmaterial på Eda kommuns deponi.

Tack till handledare, ämnesgranskare och opponent för hjälpen med genomläsning och textredigering. Ett extra tack till Erik Anerud, Postdoktor, intuitionen för Energi och teknik på SLU.

Tack till min mamma som har ställt upp och läst mitt arbete och till min familj som har haft stort tålamod.

Ordlista /Förkortningar

BAT – Best Available Techniques – bästa tillgängliga teknik

BREF – BAT Reference Document – branschvis sammanställning av miljöskyddsteknik

DOC – dissolved organic carbon, totala organiska kolinnehållet i vatten i löst form.

IED – Industrial Emissions Directive – Industriutsläppsdirektivet

L/S 0,1 (C₀) - Liquid/Solid, kvoten mellan vätska och fastmaterial är 0,1

L/S 10 - Liquid/Solid, kvoten mellan vätska och fastmaterial är 10

NO_x – kväveoxider

PVC-plast – Polyvinylklorid-plast

RVF – Svenska Renhållningsverksföreningen, numera Avfall Sverige, branschorganisation

SCR – Selective Catalytic Reduction - Reningsutrustning för kväveoxider med katalysator

SNCR – Selective-Non-Catalytic Reduction - Reningsutrustning för kväveoxider utan katalysator

SFS – Svensk författningssamling

SYSAV – Sydsånes avfallsaktiebolag

TS – Torrsubstans

Innehåll

1.	Inledning.....	10
1.1.	Bakgrund	10
1.2.	Syfte och mål	10
2.	Teori och litteraturstudie	11
2.1.	Avfallsförbränning.....	11
2.2.	Avfall som bränsle	14
2.3.	Avfall - Lagar och styrmedel.....	18
2.4.	Bottenaska i litteraturen	20
2.5.	Rening av aska	23
2.6.	Slaggrus - Miljömässiga egenskaper	26
2.7.	Slaggrus - Materialegenskaper.....	28
2.8.	Användningsområde	28
2.9.	Lagar, förordningar och mål som påverkar användandet av slaggrus	32
2.10.	Kvalitetssäkring	36
2.11.	Lösningar utanför Sverige	37
2.12.	Åmotfors Energi	38
3.	Material och metod.....	42
3.1.	Plockanalys.....	42
3.2.	Hantering av bottenaskan	44
3.3.	Laboratorieanalyser	44
3.4.	Användningen av slaggrus i närområdet.....	45
4.	Resultat och diskussion fallstudie Åmotfors Energi.....	45
4.1.	Resultat av plockanalys i Eda kommun 2005	45
4.2.	Bottenaska.....	49
4.3.	Laboratorieanalyser	53
4.3.1.	Totalhalter	56
4.3.2.	Dioxiner och andra miljöskadliga ämnen	59
4.3.3.	Lakegenskaper.....	61
4.4.	Fallstudie - Användningen av aska från Åmotfors Energi	63
4.4.1.	Deponiområde	63
4.4.2.	Vägsträcka	64
4.4.3.	Etablering av industri	65

5.	Slutsatser	66
6.	Diskussion och observationer	67
7.	Fortsatt utredning	68
8.	Källor	71
9.	Bilagor	76

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Förbränningen av avfall i Sverige ökar för varje år. Det gör även restprodukterna i form av flygaska och bottenaska. Bottenaskan från avfallsförbränning utgörs av ca 15-25 volymprocent av avfallet som förbränns. Efter sortering och mognad av bottenaskan erhålls slaggrus. Slaggrus är ett grusliknande material, både till utseende och materialtekniskt, och kan ersätta naturgrus i olika delar av byggnationen vid väg och anläggningsbyggen. Idag används slaggrus inom deponiområden, som konstruktionsmaterial till vägar, anläggningar och sluttäckning.

I Sverige förbränns årligen 5 miljoner ton avfall vilket ger ca 850 000 ton slaggrus per år (Avfall Sverige, 2013b). Behovet av slaggrus inom deponiområden minskar i takt med att de äldre deponierna sluttäcks och stängs. Under de senaste 40 åren har ett flertal försök för att finna alternativa användningsområden utanför deponiområde genomförts. Av dessa har många utförts i regi av Avfall Sverige och föreningen Svenska Energiaskor. Genom att kontrollera både lakvatten och kringliggande växtlighet på provvägar har man försökt komma fram till hur slaggrus ska kunna användas på bästa sätt utifrån både miljö- och resursmässiga parametrar.

Detta examensarbete inriktar sig på en fallstudie av Åmotfors Energi och den aska som produceras där, men innehåller även en litteraturstudie inom aktuellt forskningsområde.

Problemformulering

Restprodukten bottenaska är en viktig fråga för Åmotfors Energi i Eda kommun. Hantering av bottenaskan ska vara ekonomisk, praktisk och miljövänlig.

Slaggruset från Åmotfors Energi tas för närvarande omhand av Eda kommun som anläggningsmaterial på kommunens aktiva deponi. Delar av deponin ska börja sluttäckas inom några år och behovet av askan kommer att vara stort under många år framöver. Men frågan om vad som är det bästa resursanvändandet av slaggrus kvarstår.

Det är länsstyrelsen som ansvarar för att godkänna slaggrus som ett ersättningsmaterial till naturgrus. Idag har länsstyrelsen godkänt ersättning inom deponiområde där anläggningsägaren har god kontroll över lakvatten. Ett av länsstyrelsen starkaste argument för att inte godkänna slaggrus utanför deponi är att samhället kan förlora kontrollen över var slaggruset befinner sig.

1.2. Syfte och mål

Syftet med arbetet är att undersöka nya avsättningsmöjligheter för slaggrus från Åmotfors Energi innan den deponi som används idag är sluttäckt. Arbetet syftar även till att ge mer kunskap om slaggrusets möjligheter inom företaget Åmotfors Energi och Eda kommun som idag tar producerar och tar hand om materialet.

Huvudfråga

Hur stora områden, vägsträckor, industriområden m.m., behövs för att använda allt det slaggrus som Åmotfors Energi producerar under pannans livslängd?

Delfrågor

- Var kan slaggrus användas nyttigt inom närområdet? (närliggande deponier, framtida industrimarker)
- Hur mycket slaggrus behövs för iordningställandet av idag planerad industrimark?
- Hur ser de praktiska detaljerna ut kring t.ex. vart lagringupplag av slaggrus inför ett anläggningsarbete kan uppföras?

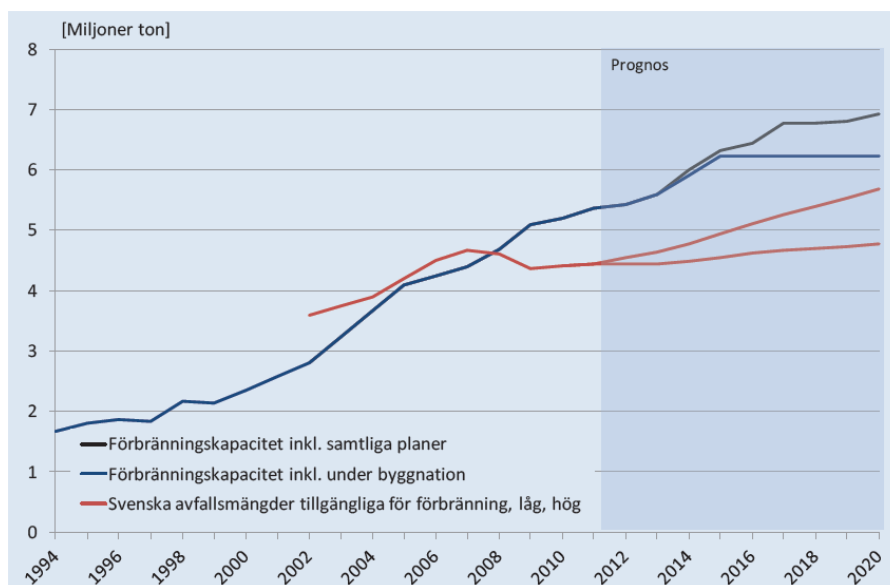
Målet är att ta fram ett beslutsunderlag för framtida ansökningar om användning av slaggrus utanför deponiområde.

2. Teori och litteraturstudie

2.1. Avfallsförbränning

Avfallsförbränning är ett effektivt och miljövänligt sätt att framställa energi och samtidigt minska mängden avfall. Förbränning av avfall för att minska mängden avfall har pågått länge och så tidigt som 1903 startade Sveriges första anläggning för avfallsförbränning i Lövsta utanför Stockholm. I övriga Sverige har avfall eldats vid behov, både öppet på soptippar och i ugnar, för att minska mängderna avfall. Det var först på 70-talet som utbyggnaden av avfallsförbränningsanläggningar ökade markant samtidigt som värmen effektivt togs tillvara i de fjärrvärmenät som byggdes ut i städerna (Kullh m.fl., 2005).

Efter larm om farliga dioxinutsläpp stoppade myndigheterna, våren 1985, nybyggnation av anläggningar för avfallsförbränning, -ett beslut som efterföljdes av en gemensam utredning av Naturvårdsverket och Statens Energiverk. Utredningen pekade på att avfallsförbränning kunde bli effektivare och miljövänligare och ställde krav på reduktion av utsläpp till luft för bl.a. dioxiner och tungmetaller. Stoppet av nybyggnationer hävdades om kraven i utredningen kunde uppfyllas. Branschen tvingades förbättra sina anläggningar, inte bara gällande utsläpp utan även energieffektiviseringar och kontroll av kvalitet på ingående avfall. Förbränningskapaciteten ökade från 27 anläggningar och 1 400 000 ton avfall per år 1985 till 3 100 000 ton avfall per år i 28 anläggningar 2003, trots flera år med stor opinion mot avfallsförbränning (Kullh m.fl., 2005). Kapaciteten hos anläggningarna och även antalet anläggningar har efter 2003 fortsatt öka. 2013 var kapaciteten hos de svenska avfallsförbränningsanläggningarna uppe i 5 500 000 ton avfall per år.



Figur 2.1 Förbränningskapaciteten i Sverige (Sahlin, 2013a)

Det pågår planer för ny utbyggnad av avfallsförbränning i flera kommuner; olika scenarier av kapacitetsutbyggnaden visas i figur 2.1 (Sahlin, 2013b). Från 2008 har Sverige haft en förbränningskapacitet som överstiger den nationella tillgången på brännbart avfall. Nya anläggningar måste nu söka efter sitt avfallsbränsle längre bort från Sveriges gränser än tidigare (Sahlin, 2013b).

Panntyper

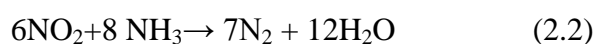
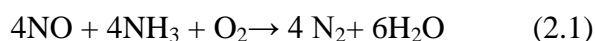
Förbränning av avfall kan ske i två typer av pannor; rosterpannor och fluidiserande bädd. Askorna från dessa typer av pannor skiljer sig åt, slaggruset kommer från rosterpannor medan askan från den fluidiserade bädden är en pannaska blandad med sand. Pannorna kan vara utformade på olika sätt, men har ändå vissa saker gemensamt. Exempelvis måste en temperatur på över 850 °C i minst 2 sekunder hållas och detta gör att avfallspannor är större än motsvarande biopannor (Kullh m.fl., 2005).

Reduktion av kväveoxider

Kväveoxider (NO_x) bildas vid all förbränning. Det sker i huvudsak genom två processer; termisk NO_x och bränsle NO_x. Termisk NO_x bildas genom att kvävet i förbränningsluften oxideras vid temperaturer mellan 1000 – 2000° C. Den NO_x som kommer från kväve i bränslet och reagerar med syre från förbränningsluften kallas bränsle NO_x (Björk, 2008).

NO_x påverkar miljön negativt genom att verka försurande på mark och vatten. Eftersom kväve är ett näringsämne har NO_x också en övergödande effekt på sjöar och hav. Sedan 1992 finns en avgift på utsläpp av NO_x. Avgiften är nu på 50 kr/kg utsläppt kväve och gäller för anläggningar som producerar >25 GWh nyttig jord energi per år (Naturvårdsverket, 2013a). För att minska uppkomsten av NO_x så minskar man luftöverskottet, sänker förbränningstemperaturen i ugnen och installerar rökgasåterföring. Andra metoder att minska mängden NO_x är att reducera den NO_x som bildats. Detta kan ske med eller utan katalysator. Metoden med katalysator kallas SCR

(Selective Catalytic Reduction) och reducerar upp till 80 % av den bildade kväveoxiden. En katalysator installeras i rökgaskanalen efter eldstad och värmeupptagandeytor och här injiceras NO_x-reducerande ämnen. Med hjälp av katalysatorn sker reduktionen utan att temperaturen behöver höjas till den optimala för den kemiska reaktionen. SCR är en kostsam installation som ofta får problem med beläggningar. SNCR (Selective-Non-Catalytic Reduction) är en metod utan katalysator. Den är billigare i installation men reducerar endast 40-60 % av mängden NO_x i rökgaserna. Reduktionsmedlet tillförs i eldstaden där temperaturen är tillräckligt hög för att reaktionerna ska ske spontant. Vanliga reduktionsmedel är ammoniak eller urea. Ammoniaken renar förbränningsröken från NO_x genom att med kemiska reaktioner enligt formler 2.1 och 2.2 bilda vatten och kvävgas (Björk, 2008).



Rökgasrening

Rökgaserna kan renas på flera olika sätt. I de flesta fall så blandas aktivt kol och kalk med rökgasen. Kalken och kolet reagerar med partiklarna i gasen och rökgasreningsprodukterna skiljs sedan av i ett filter. Kalken har en förmåga att reagera med sura gaser som saltsyra och svaveloxider och bilda tämligen stabila föreningar. Kolet fångar upp spårämnen som inte är partikelburna, som dioxiner, kvicksilver m.m. (Wermland Paper, 2006). Därefter avskiljs partiklar genom någon sorts filter, t.ex. cyklonfilter, textilfilter eller elfilter. De partiklar som avskiljs i filtret innan rökgasen släpps ut genom skorstenen utgör flygaskan och samlas upp i ett slutet system till en silo och hämtas ofta med bulkbil.

Utsläpp

När rökgaserna har passerat spärrfiltret och alla partikelburna föroreningar har filtrerats bort fortsätter rökgaserna ut genom skorstenen. Skorstenens uppgift är att sprida rökgaserna. Därför är höjden på skorstenen starkt beroende av hur omgivningen ser ut. Den optimala höjden tas fram med hjälp av spridningsberäkningar (Wermland Paper, 2006). Kraven på utsläppen från avfallsförbränning styrs av EU: s Industriutsläppsdirektiv, IED, genom lagar i respektive land och från verksamhetens miljötillstånd där anläggningar kan få strängare krav p.g.a. den rådande miljösituationen i omgivningen.

Dioxiner

Dioxiner är ett samlingsnamn på 210 organiska ämnen. Av dessa är 17 giftiga och några riktigt giftiga. De är fettlösliga och mycket farliga för djur och människor. När dioxin tagits upp av djur och människa lagras det i fettdepåer och anrikas uppåt i näringskedjan. Det är genom mat vi människor har vårt största intag av dioxiner, speciellt från fet fisk från Östersjön (som lax och strömming) men även från kött och mejeriprodukter. Forskning har påvisat att dioxiner orsakar tumörer hos försöksdjur. Den största skadan gör dioxinerna på foster där de kan ge beteendeförändringar, störd reproduktionsförmåga och nedsatt immunförsvar. Dioxiner finns inte naturligt i jordens

kretslopp utan har framställts av oss människor. Då organiskt material förbränns under förekomst av klor bildas dioxiner. Idag finns dioxiner i hela kretsloppet och även i vårt avfall. Utländska studier har visat på ett dioxininnehåll på 2-180 µg/ton hushållsavfall (Socialstyrelsen, 2004). Under förbränning med temperaturer över 850°C sönderdelas dioxinerna i bränslet till koldioxid, vatten och saltsyra. Aluminium frigör klorgas från saltsyran vilket gör att när temperaturen sjunker till 200-600°C så reagerar klorgasen med kolföreningar och dioxin återbildas. De flesta dioxinerna binds till stoftpartiklar, men en viss del finns i gasform vid 150°C och flera av dem är giftiga. I rökgasreningen i dagens avfallsförbränningsanläggningar tillsätts aktivt kol som binder de flesta av de gasformiga dioxinerna och partiklar fastnar sedan i partikelfiltret och tas ut som en del av rökgasreningsresterna.

De största källorna för frigöring och spridning, som hittills upptäckts, är förbränningsprocesser och olika högtemperaturprocesser inom industrin. Fram till mitten av 1980-talet var avfallsförbränning en stor dioxinkälla, men trots stor utbyggnad av branschen så har utsläppen av dioxiner till luft minskat med 99 % (Avfall Sverige, 2007a). Andra stora dioxinkällor är deponibränder. Då avfall förbränns utan kontroll bildas stora mängder dioxiner som sprids med luften. Enligt Björn Hedman (2005) så ger även förbränning av enbart biobränsle utsläpp av dioxin, speciellt vid pyrelidning och vid intermittent pelletseldning. Eldning av plastavfall i vedpanna ger höga utsläpp av dioxin. Det gör även eldning av avfall i tunna, så kallad ”backyard-burnings”, vilket kan vara en betydande källa till dioxinutsläpp än idag.

2.2. Avfall som bränsle

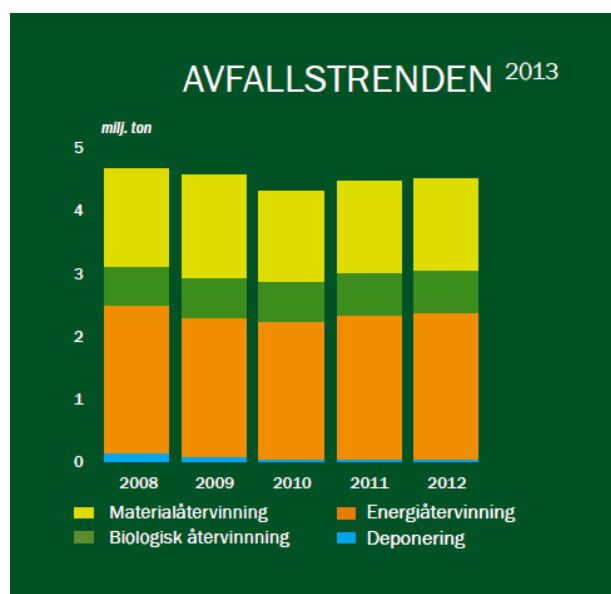
Tillgång och utveckling

Avfall som bränsle är både inhomogent och relativt komplext. Brännbart avfall brukar delas upp i hushållsavfall och verksamhetsavfall. De flesta förbränningsanläggningarna utformade för avfall i Sverige, tar emot både hushållsavfall och verksamhetsavfall. Det är i många avseenden fördelaktigt att förbränna hushållsavfall jämfört med verksamhetsavfall, detta med tanke på bl.a. mängden farligt avfall i det sistnämnda. Även fast innehållet i hushållsavfall är inhomogent, är avfallet relativt sett lika och olika fraktioner i hushållssoporna kommer hela tiden vara utblandade med varandra. Verksamhetsavfall däremot, kan innehålla stora mängder av samma ämne vid en och samma leverans till anläggningen och detta kan ställa till problem vid förbränningen. En annan stor skillnad mellan olika avfallsslag är fukthalten som ofta är betydligt högre i hushållsavfall.

Hushållen i Sverige producerar årligen stora mängder avfall. I Miljöbalken 15 kapitel §1 så definieras avfall så här ”Med avfall avses varje föremål, ämne eller substans som ingår i en avfallskategori och som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med” (SFS 1998:808). Till hushållsavfall räknas förutom hushållens avfall även det avfall som är jämförligt med avfall från hushåll, från exempelvis kontor. Mängden insamlat hushållsavfall 2012 var 460,3 kg/person i

Sverige. Efter materialåtervinning, biologisk behandling och deponi återstår genomsnittligen 237,6 kg/person och år som förbränns (Avfall Sverige, 2013b).

Fram till 2008 ökade mängden hushållsavfall i Sverige med 2-3 % per år. Under 2009 och 2010 minskade, för första gången på över 20 år, mängden avfall från hushåll. Detta anses ha att göra med den ekonomiska krisen som drabbade Sverige och Europa under 2008 - mindre konsumtion ger mindre avfall (Avfall Sverige, 2013b). Siffror för 2011 och 2012 visade att avfallsmängden återigen ökade. Mängden avfall som deponeras har minskat kraftigt och 2012 deponerades mindre än 1 % av hushållens avfall. Istället går mer material till materialåtervinning och förbränning. Den behandlingsmetod för hushållsavfall som står för den största ökningen är nu biologisk behandling, rötning och kompostering av matavfall vilket illustreras med figur 2.2 (Avfall Sverige, 2013b).



Figur 2.2 Behandlat avfall från hushållen (Avfall Sverige, 2013b)

Hushållsavfallets innehåll

Innehållet i hushållsavfallet varierar kraftigt från hushåll till hushåll och över tiden. Det är dock möjligt att ta reda på det genomsnittliga innehållet med hjälp av så kallade plockanalyser. En plockanalys går ut på att man plockar igenom och sorterar en tillräcklig stor och väl vald mängd av avfall. Om detta görs på rätt sätt och utspritt över årstiderna så kan man statistiskt säkerställa vad avfallet innehåller. Även om sammansättningen av beståndsdelarna i hushållsavfall verkar vara lika oberoende av var avfallet är insamlat så kan små variationer i innehållet göra stora skillnader vid förbränning. Detta gäller framförallt förekomsten av farligt avfall, då det räcker med små mängder av exempelvis tungmetaller för att påverka innehållet i askan och eventuellt även rökgasutsläppen. Efter en plockanalys kan man gå djupare ner och undersöka vad avfallet innehåller kemiskt, en sammanställning av flera analyser finns att läsa i Åslund (2000). Här framgår det att även sorterat avfall är ett heterogent material. Om innehållet i avfall jämförs med bränslespecifikationen, som sätts av pannleverantören, så uppnås dessa riktvärden ofta, men undantag inträffar regelbundet.

De parametrar som ofta uppmäts utanför specifikationen för hushållsavfall är klor och aluminium, men även zink, bly, koppar och kvicksilver kan ibland avvika. Klor kommer främst från PVC-plast (polyvinylkloridplast), läder och gummi. Metaller syns i finfraktionen av avfallet och kommer bl.a. från plaster, färgpigment och elavfall.

Verksamhetsavfall

Innehållet i verksamhetsavfall beror till stor del på vilken verksamhet avfallet kommer ifrån. Efter utsortering av material till återvinning och deponering får många arbetsplatser ett icke branschspecifikt verksamhetsavfall som går till förbränning.

Innehållet i detta avfall kan jämföras med kontorsavfall och består till stora delar av kartong, papper och trä medan en fjärdedel är obrännbart. För att få ut en bra brännbar fraktion krävs någon form av sortering. Många företag skickar allt sitt avfall till ett avfallsbolag, som Stena, Ragnsells m.fl. Dessa bolag har sorteringsanläggningar där avfallet sorteras i olika fraktioner (Romell, 2014).

Import av avfall

Sverige importerar idag stora mängder avfall till förbränning, 2011 ca 860 000 ton (Sahlin, 2013b). Under många år har avfall importerats främst från Norge, men under de senaste åren har avfallsmarknaden i Europa börjat att förändrats. I Sverige fortsätter utbyggnaden av förbränningsanläggningar anpassade för avfall även om behovet av att ta tillvara det svenska brännbara avfallet är tillgodosett. Samtidigt påverkar EU:s mål att införa ett deponiförbud länderna i Europa. Storbritannien har exempelvis infört en deponiskatt på brännbart avfall som ökar stegvis år från år. Det ekonomiska incitamentet för att hitta en lösning på behandlingen av avfallet likväl som betalningsförmågan ökar därför. Export till Sverige och andra länder med ledig kapacitet för förbränning, som Holland, Tyskland och Danmark, börjar bli en lönsam behandlingsmetod istället för deponering. Flera andra länder i Europa deponerar fortfarande brännbart avfall i stora mängder men saknar den ekonomiska möjligheten att köpa förbränningstjänster i andra länder. De länder som hittills har varit aktuella för import till Sverige är England, Nordirland, Finland, Italien och Malta (Romell, 2014).

Avfallsförbränningsanläggningar i olika länder i Europa följer samma EU-direktiv (2008/98/EG) men har olika förutsättningar för energiåtervinning. Tekniskt så fungera anläggningarna lika, det är behovet av värme som är olika både beroende på klimat och om det finns fjärrvärmesystem utbyggt eller annan mottagare av restvärme efter elproduktion. Energieffektiviteten i de svenska anläggningarna är hög jämfört med övriga Europa. Detta skulle kunna ge Sverige en konkurrensfördel vid import om avfallsägaren väljer att ta med energieffektiviteten som en parameter vid den offentliga upphandlingen (Romell, 2014). Energieffektiviteten är definierad i Avfallsförordningen (SFS 2011:927) och beräknas med formeln R1, enligt ekvation 2.3, där kravet är att energieffektiviteten ska vara minst 0,65 medan de flesta svenska anläggningarna ligger runt 1 eller till och med över 1 i och med rökgaskondensering.

$$E_p = (E_f + E_i) / (0.97 * (E_w + E_f)) \quad (2.3)$$

Ep: är den energi som årligen produceras i form av värme eller elektricitet. Energin i form av elektricitet multipliceras med 2,6 och värme som produceras för kommersiella ändamål multipliceras med 1,1 (GJ/år).

Ef: är den årliga energitillförseln till systemet från sådana bränslen som bidrar till produktionen av ånga (GJ/år).

Ew: är den energi som kan utvinnas från det behandlade avfallet under ett år beräknat utifrån avfallets nettovärmevärde (GJ/år).

Ei: är den energi som importeras under ett år, bortsett från Ew och Ef (GJ/år). 0,97 är en faktor som motsvarar energiförlusterna på grund av bottenaska och strålning (Avfallsförordningen, SFS 2011:937).

Balning och Lagring

Avfall måste tas om hand året om, även om värmebehovet är lågt eller den aktuella förbränningsanläggningen står still för revision. En av de bästa lösningarna för att lagra avfall inför förbränning är att bala det. Att bala avfall innebär att avfallet pressas ihop till en bal och därefter täcks balen med flera lager tunn plast. Den blir då lufttät och den biologiska nedbrytningen i balen går långsamt eller stannar upp helt. Därefter ställs balarna upp i ett lager i väntan på förbränning, vilket ofta brukar bli 8-10 månader eftersom extra avfall inte behöver tas in förrän den kallaste perioden på året (Romell, 2014).

Balning görs ofta med en mobil anläggning stationerad vid anläggningen eller på närliggande deponi under stoppet. Det är viktigt att balningen sker på en inhägnad plats eftersom det kan bli skräpigt under hanteringen och pressningen av avfall.

Hushållsavfall är lätt att bala medan verksamhetsavfall ofta innehåller stora och vassa delar som kan skära sönder plasten. Det finns dock risker med att bala hushållsavfall då ett litet hål i balens plast ger kontakt med syre vilket kan starta en nedbrytning av det biogena avfallet. Verksamhetsavfall utan inblandning av våtorganiskt avfall, exempelvis rivningsavfall kan i vissa fall lagras öppet. För att få lagra balat avfall krävs tillstånd från miljömyndigheterna att tillfälligt deponera brännbart avfall. På grund av dagens ökade avfallsmängder och relativt varma vintrar har många anläggningar överskridit sin lagringskvot, vilket har inneburit problem med myndigheterna och extra transporter av avfall (Romell, 2014).

Avfallsmängder i framtiden

Mängden avfall beror till stor del på konsumtion och samhällets livsstil. Både hushållsavfall och verksamhetsavfall följer denna trend. Framtida mängder avfall till förbränning beror bl.a. på nya behandlingsmetoder för återvinning och energiutnyttjande. I Sverige finns politiska mål om hur mycket matavfall som ska återvinnas som biogas och de flesta kommuner strävar efter att sortera ut matavfallet från det brännbara avfallet. En vanlig uppgift från svenska plockanalyser är att ca 40 % av hushållens brännbara avfall är matavfall och om denna del skulle sorteras ut effektivt så skulle det påverka både mängden och kvalitén på den brännbara fraktionen (Sahlin,

2013b). Även nya tekniker för återvinning kan komma att förändra avfallsmängder, ett exempel är forskning av återvinning av textilier som pågår på flera håll i världen. Bl.a. på KTH där textilier rivs sönder och med hjälp av kemiska tillsatser förvandlas till en massa från vilken viskos till nya kläder kan framställas (von Schultz, 2012).

2.3. Avfall - Lagar och styrmedel

Avfallsförordningen och EU: s direktiv 2009/98/EG

Enligt EU: s avfallsdirektiv, som sedan 2011 gäller i svensk lag, så ska avfallshierarkin följas vid val av behandlingsform för avfall (2009/98/EG). Denna innebär:

- 1) Förebyggande
- 2) Återanvändning
- 3) Materialåtervinning
- 4) Annan återvinning som energiåtervinning
- 5) Deponering

För att uppnå dessa mål har Sverige infört deponiskatt och olika former av deponeringsförbud. Skatt på avfall som läggs på deponi infördes 2000 för att öka motivationen att sortera avfallet. Skatten är idag 435 kr/ton (SFS 1999:673). Det första deponeringsförbudet infördes 2002 då det blev förbjudet att deponera utsorterat brännbart avfall, och 2005 utökades förbudet till att även gälla organiskt avfall. Sverige har även infört producentansvar för vissa varugrupper och skyldighet för den enskilde att sortera ut batterier, returpapper och förpackningar. Producentansvar innebär att de som producerar en vara är ansvariga för att varan återvinns på bästa sätt. Idag har Sverige lagstadgat producentansvar på förpackningar, returpapper, elektriska och elektroniska produkter, däck och bilar. Mer utförligt innebär det att den som tillverkar och säljer en vara är skyldig att se till att den samlas in och återvinns. De ska se till att det finns återvinningsstationer som är lättillgängliga för alla och att det insamlade materialet transporteras och återanvänds eller återvinns på ett hälso- och miljömässigt godtagbart sätt. Målet med producentansvaret är att få producenterna att ta fram produkter som är resurssnåla, lätta att återvinna och innehåller så lite som möjligt av farliga och skadliga ämnen.

End of waste är ett begrepp som dyker upp i EU: s avfallsdirektiv (2008/98/EG) och beskriver hur ett avfall kan sluta vara ett avfall och istället bli en produkt. Att avklassificera ett avfall är ett nytt sätt att tänka och förordningar med kriterier för ”end-of-waste” har hittills kommit ut om järn och aluminiumskrot, glaskross, kopparskrot och papper.

Sveriges avfallsplan

Enligt EU-direktivet ska alla länder inom EU ha avfallsplaner. Sverige har valt att kalla avfallsplanen för åren 2012 till 2017 för ”Från avfallshantering till resurshushållning” och har mål inom kategorierna hantering av avfall inom bygg- och anläggningssektorn,

hushållens avfall, resurshushållning i livsmedelskedjan, avfallsbehandling och illegal export av avfall (Naturvårdsverket, 2012).

IED

Det regelverk som styr behandlingen av avfall är från januari 2013 EU: s industriutsläppsdirektiv, IED, (2010/75/EU), är ett EU direktiv och gäller direkt, utan inskrivning i svensk lag. Enligt IED så ska det ges ut ett BREF-dokument (BAT Reference Document) för varje bransch som beskriver den bästa tillgängliga tekniken för branschen. Varje BREF innehåller BAT-slutsatser (Best Available Techniques) och dessa kommer i och med IED att bli bindande. Inom fyra år från att dokumentet för respektive bransch släpps ska alla anläggningar i EU klara de krav som är satta i BAT-slutsatserna. Det första BREF-dokumentet för avfallsförbränning beräknas bli klart tidigast 2016 och vad det kommer att innehålla är för tidigt att spekulera i idag.

Styrmedel

Kväveoxidavgift gäller alla energianläggningar som producerar mer än 25 GWh per år. Utsläppen av kvävedioxider belastas med en avgift och återbetalning ges för den energi som anläggningen producerar. Syftet är att reducera utsläppen av kväveoxider och därmed minska försurning och övergödning av sjöar. Målet är att klara miljökvalitetsmålen inom försurning, övergödning och frisk luft. Avgiften är sedan 2008, 50 kr per kg NO_x. Återbäringen baseras på den, totalt i hela avgiftssystemet, inrapporterade mängden kväveoxider och delas ut per producerad MWh. På så vis kan anläggningar med låga utsläpp tjäna pengar på kväveavgiftssystemet och en investering för att minska NO_x-utsläppen kan löna sig rent ekonomiskt (Naturvårdsverket, 2013a).

Handel med utsläppsrätter är ett europeiskt system för att minska utsläppen av växthusgaser och omfattar ca 12 000 industrier och energiproducenter i EU. För varje ton koldioxid som medlemsanläggningarna släpper ut så måste en utsläppsrätt lämnas in. Utsläppsrätterna fås till viss del tilldelat till anläggningarna och resterande del köps på en öppen marknad, via auktioner eller på den sekundära marknaden. Sverige tillsammans med Danmark valde 2013, att mot gällande EU-direktiv, ta med avfallsförbränning i handeln med utsläppsrätter. Detta med argumentet att alla svenska anläggningar är samförbränningsanläggningar och syftet är att utvinna energi och inte att destruera avfall. I Sverige finns endast en anläggning som är utanför handelssystemet, Sakabs anläggning i Kumla som är utformad för att destruera farligt avfall. För avfallsförbränning uppstår ett problem med att mäta sina utsläpp av koldioxid enligt handelssystemet då endast den fossila delen av koldioxiden ska räknas. För att skilja den biogena delen från den fossila så krävs analys enligt kol14-metoden, vilket både är kostsamt och komplicerat. För mindre avfallsförbränningsanläggningar har naturvårdsverket godkänt användandet av schablonvärden för emissionsfaktorer (Naturvårdsverket, 2012).

2.4. Bottenaska i litteraturen

Allt som transporteras ut från pannan via asktransportören efter förbränning kallas bottenaska eller slagg. En rosterpanna är utformad så att bränslet ligger på pannbotten och matas fram av rörliga roster. I bakändan av pannan skjuts det utbrända bränslet (askan) fram och det ramlar glödande ner i ett vattenbad. Upp ur vattenbadet går en transportör, ett transportband med lagom lutning för att det mesta vattnet ska rinna ner samtidigt som askan ska stanna kvar. Transportören för askan vidare till ett askrum, eller så lastas askan direkt i containrar för vidare transport. I ett askrum samlas askan på hög under transportören. Därifrån flyttas askan med travers eller hjullastare via containrar till en deponi där sortering och lagring kan ske (Kullh m.fl., 2005).

Innehåll

Innehållet i bottenaskan varierar beroende på bränslets innehåll och förbränningsteknik, såsom rostens utformning. Ju bättre sorterat bränslet är desto bättre egenskaper på askan. Bottenaskan innehåller aska från det förbrända avfallet men även metallskrot och annat material som inte har förbränts, såsom glas porslin, sten och grus. Kornstorleken i slaggen varierar, från finkornig aska till stora metall- och betongklumpar (Arm, 2006). En stor del av materialet utgörs av glasfaser, berg – och mineralfragment, magnetiska och ickemagnetiska metaller, salter och oförbränt organiskt material. Huvudkomponenterna i bottenaskan är kisel, kalcium, järn, aluminium, natrium, kalium, kol, och syre (Hjalmarsson m.fl., 1999). Bottenaska innehåller även miljöfarliga ämnen, som tungmetaller, arsenik, antimon m.fl. Dessa ämnen utgör en liten andel av bottenaskan, men har stor betydelse för de potentiella användningsområdena. Innehållet av olika ämnen i askan varierar mellan olika provtagningstillfällen och mellan olika anläggningar. Vid en jämförelse mellan olika förbränningsanläggningar visade det sig att skillnaderna i slaggrusets innehåll var små, men ändå statistiskt belagda (Fällman m.fl., 1999). Detta visas i tabell 2.1 och 2.2 där variationsbredden är mycket stor för flera ämnen. Av huvudelementen utmärker sig kalcium och kisel och bland spårämnen är variationsbredden stor för samtliga parametrar.

Tabell 2.1. Huvudelement i bottenaskor från några svenska förbränningsanläggningar för hushållsavfall, viktsprocent. Tabell hämtad från Adler m.fl. (2004).

Parameter	Variationsbredd för	
	Medelvärde	95% konfidens
Kalcium	9,6	6,5-28
Magnesium	1,2	0,74-2,9
Kalium	1,2	0,57-4,6
Fosfor	0,47	0,21-0,96
Natrium	3,1	1,8-5,2
Aluminium	5,6	4,7-6,8
Järn	6,9	4,2-10,2
Mangan	0,12	0,060-0,47
Kisel	21	11,5-27
Titan	0,66	0,24-0,79

Tabell 2.2 Element som förekommer i lägre halter i askor från några svenska förbränningsanläggningar för hushållsavfall, mg/kg. Tabell hämtad från (Adler m.fl., 2004)

Parameter	Medelvärde	Variationsbredd för
		95% konfidens
Kadmium	7,62	2,00-24,4
Krom	495	30,0-1100
Koppar	4245	1100-15400
Nickel	289	33-925
Bly	1280	180-3120
Zink	3480	1482-8460

Sortering och Lagring

Kvalitén på slaggruset påverkas av hur avkylningen går till och hur förhållandena är under lagringen. När bottenaska tas ut från pannan genom ett vattenbad, släcks de glödande partiklarna och askan kallnar snabbt. Tiden för avkylning av bottenaska påverkar kvalitén på slaggruset, en hastig avkylning ger höga halter glas medan en långsam kylning innebär att slaggen till större del innehåller kristalliserade mineralfaser. Glas är mer reaktivt än de stabila kristallina faserna, men glasfaser behöver inte vara sämre, de kan nämligen omvandlas till lermineral som har hög adsorptionskapacitet och kan ta upp miljöfarliga ämnen som tungmetaller (Flyhammar m.fl., 2004).

En stor del av bottenaskan består av kalcium och andra alkaliska metaller vilket gör att askan har ett högt pH-värde, dvs. är alkalisk. När slaggen kommer i kontakt med vatten i transporten från pannan börjar omvandlingen, instabila material binds i stabila former och lakning av mobila ämnen börjar. Ett exempel är att det sker en omlagring av klorider till hydroxider medan kloriden bildar nya klorider med alkalimetaller som relativt lätt lakas ut (Flyhammar m.fl., 2004).

Askan kan på grund av dess höga alkalinitet ta upp koldioxid och då bildas karbonater som är mindre lösliga än hydroxider. För att denna process ska ske måste askan vara fuktig och ha fritt tillträde till luft. För att underlätta karbonatiseringen så kan slaggen läggas i mindre strängar med omkring 100 ton. Om materialet dessutom vänds under lagringstiden går processen ännu snabbare (Flyhammar m.fl., 2004). När askan är fullständigt karbonatiserad har porvattnet ett neutralt pH-värde. Samtidigt så tar askan upp syre och ökar därmed oxidationstalet och minskar alkaliniteten.

Mängden organiskt kol i slaggen påverkar på flera sätt. Under nedbrytningen av kolet bildas koldioxid som tas upp av slaggen och används under karbonatiseringen. Det lösa organiska kolet (DOC) påverkar utlakningen genom att det ingår komplexbildning med framförallt koppar, krom och kvicksilver. Metallerna lakas lätt ut från askan med regnvatten, men eftersom de är bundna till organiskt material har de låg biologisk tillgänglighet och medför att metallen i bindningen inte är giftiga i naturen (Olsson m.fl., 2006).

Tidpunkten för när sorteringen sker skiljer sig mellan olika förbränningsanläggningar. Vid lagring bildas stora komplex som härddas ihop genom kemiska processer. När sorteringen sedan ska göras så måste dessa komplex slås isär så metallerna kan tas till vara. Rent praktiskt lagras slaggen ganska länge före sortering. Sorteringsutrustning är dyrt och tjänsten för sortering läggs ofta på entreprenad. Sorteringen sker vanligtvis med en mobil utrustningen några veckor om året. Vid sortering är det därför vanligt att en del av slaggen är lagrad i några månader, upp till ett år, och en annan del är färsk. Det är vanligt att man låter all slagg, även den redan mognade slaggen, lagras upp till sex månader efter sorteringen innan användning. Motiveringen för utvecklingen av sorteringsanläggningarna är stor på grund av den ekonomiska vinsten vid försäljning av metallerna. Att utvinna stor del av metallerna är även bra för reningen av slaggrus, men om syftet istället skulle vara att göra ett bättre slaggrus så kanske utvecklingen skulle se annorlunda ut (Grönholm, 2006).

Sorteringsverk

Större förbränningsanläggningar har ofta sina egna stationära sorteringsanläggningar. Ett exempel är SYSAVs anläggning i Malmö, som är en av Sveriges största avfallsförbränningsanläggningar. Där förbrändes i början av 2000-talet årligen 350 000 ton avfall vilket innebar att ungefär 70 000 ton slagg bildas (Grönholm, 2006). SYSAV är en av de få anläggningar, som efter mycket arbete, har sålt delar av sitt slaggrus till anläggningsbyggen. De har utvecklat en mycket avancerad anläggning för att sortera slaggen. Den kylda slaggen lagras först i 4-6 veckor. Detta för att få ner fukthalten i slaggen. Lägre fukthalt ger ett renare skrot, genom att ett torrare slagg lättare skakas av än ett fuktigt som lätt fastnar i skrotets håligheter. Vid sorteringen siktas först slaggen, allt material större än 150 mm tas bort och sorteras med hjullastare till brännbart, skrot eller deponiavfall. Från materialet som är mindre än 150 mm sorteras magnetiskt skrot ut. Därefter siktas det återstående materialet i en 50 mm sikt. Material större än 50 mm sorteras i brännbart, icke-magnetiskt skrot och deponi. Inert material som t.ex. betong krossas och återförs till materialet mindre än 50 mm. Slaggen siktas igen, nu i en 20 mm sikt. Det större materialet från sikten passerar en vindseparator, där brännbart material avskiljs. Därefter avskiljs icke-magnetiska metaller med en virvelströmseparator, och slutligen blandas det kvarvarande in i materialet som är mindre än 20 mm och läggs för att mogna. Detta material är slaggrus.

Ungefärliga andelar av bottenaskan som fås ut av SYSAVs sorteringsanläggning:

- Slaggrus 75-80 %
- Skrot 12%
- Icke magnetiska metaller 1-1,5%
- Deponirest 2%
- Brännbart 0,5%

De flesta avfallsförbränningsanläggningar har inte egna sorteringsverk utan tar 1-4 gånger per år in ett mobilt sorteringsverks på entreprenad. Verket kommer på lastbilar och sätts upp på området för att sortera askan. De mobila verken innehåller oftast inte lika många sorteringssteg som beskrivs ovan för den stationära anläggningen i Malmö.

Magnetiskt material avskiljs fortfarande och någon form av storleksseparering görs. Kvalitén på slaggruset efter sortering beror till stor del på vilka sorteringssteg som det mobila verket har och hur väl verket fungerar (Grönholm, 2006).

2.5. Rening av aska

Bottenaskan genomgår olika behandlingar, siktning, metallavskiljning och lagring, för att sedan få namnet slaggrus. Askor kan behandlas på olika sätt för att komma ifrån egenskaper som inte är önskvärda, som utlakning av miljöstörande ämnen. Ett sätt att behandla askan är att stabilisera den genom att tillsätta kemiska ämnen som binder de miljöstörande ämnena. På detta sätt minskas risken för utlakning av farliga ämnen. Andra metoder för att få en stabilare produkt är att gjuta in askan i cement eller bitumen eller att förglasa eller sintra ihop askan. Genom termisk eller våt rening av askan kan man reducera innehållet av farliga ämnen såsom tungmetaller.

Storleksseparering

Genom att undvika att sammanblanda de lättare askpartiklarna med den tyngre bottenaskan så kan man bli av med flera av de värsta föroreningarna. Detta visar Avfall Sverige (2011) i rapporten "Förbättring av bottenaskors kvalitet". Den viktigaste slutsatsen i rapporten är att man ska undvika att blanda bottenaskan med pannaskan från tomstråken i pannan. En del av den aska som åker med rökgaserna genom första och andra stråket i pannan, innan de värmeupptagande ytorna, faller ner i botten av pannan och kallas pannaska. Ett vanligt sätt att bli av med denna aska är att föra den ner till bottenaskan, men enligt Avfall Sverige (2011) så innehåller pannaskan betydligt större andel finpartiklar än bottenaska som stannar på rostret, och i finpartiklarna finns fler miljöskadliga ämnen. Det är främst salter, klorider och sulfater, som minskas när pannaskan tas ut separerat från bottenaskan. Även en minskning av vissa spårämnen kunde fastställas, tydligast var minskningen av de lättflyktiga metallerna kadmium, kvicksilver och zink. Denna minskning kunde ses både i hela bottenaskan och även när olika storleksfraktioner av askan provtogs. Det här innebär att utlakningen från de grövre fraktionerna många gånger kommer från finpartiklar som sammanfogats i aggregat och därför sorteras in i de grövre fraktionerna. Att ytterligare sortera ut finpartiklar ifrån bottenaska, som inte innehåller pannaska, gav inga tydliga resultat.

Termisk rening

Metoderna för termisk rening av askor är främst framtagna för flygaskor från avfallsförbränning. Flygaskan är den aska som är mest förorenad av tungmetaller och då är reningsbehovet som störst. Men även andra askor med föroreningar kan behandlas termiskt om ekonomi finns. Det finns många system för termisk rening på forskningsstadiet, men behandlingen är så pass dyr att rening inte lönar sig (Wikman m.fl., 2003).

Termisk rening kan gå till på flera olika sätt men i princip handlar det om att utnyttja flyktigheten hos tungmetaller och deras föreningar. Man kan säga att slagg från avfallsförbränning redan har genomgått termisk rening. Under förbränningen har alla

lättflyktiga komponenter lämnat slaggen och följt med rökgaserna. Samtidigt har andra termiska behandlingar skett. Slaggen kan ha smält samman eller så har kornen växt samman utan att smältpunkten har överskridits, dvs. sintring. Om avkylningen sker snabbt så att en kristallin struktur inte hinner bildas så sker en annan termisk behandling nämligen förglasning (Wikman m.fl., 2003).

De tungmetaller som är lättast att avskilja är de som är mest lättflyktiga, zink, bly, kadmium och kvicksilver. Vid upphettning till 1300-1500°C under oxiderande förhållanden så förflyktigas metallsalterna samtidigt som tungmetallernas oxider stannar kvar i smältan. Om förhållandet i processen istället är reducerande, genom tillsats av reduktionsmedel, så reduceras tungmetalloxiderna till rena metaller som är lättflyktiga och följer med metallsalterna. Om väteklorid tillsätts så underlättas avskiljningen redan vid temperaturer under askans smältpunkt genom att lättflyktiga klorider bildas. Även koppar och krom kan frånskiljas. Andelen metaller i stoftet som har avskilts är, enligt framställarna av de olika metoderna, så pass hög att metallutvinning kan ske. Men innan en metallutvinning kan ske måste stoftet genomgå en dyr tvättning för att bli av med den stora koncentrationen av klor. Andelen klor är hög även för de behandlingar som inte tillsätter väteklorid (Wikman m.fl., 2003).

Genom termisk rening kan även farliga organiska föroreningar som dioxiner och furaner avlägsnas. De förstörs vid den höga temperaturen och genom att sen snabbt kyla ner till 200 °C så hindras nybildningen av föroreningarna. Detta är möjligt för att bildningen av dessa ämnen sker relativt långsamt och främst i temperaturintervallet 300-450 °C (Wikman m.fl., 2003).

Kostanden för termisk behandling är dyr, från 610 kr/ton upp till 5000 kr/ton. Normalpriset ligger på ca 1500 kr/ton vilket är dyrare än deponeringsavgiften för flygaska (Wikman m.fl., 2003). För den renade askan som finns kvar efter behandlingen finns inga generella regler för nyttiggörande. Utan även för den måste man bevisa nyttan och att den inte är skadlig för miljön (Avfall Sverige, 2007a).

Våt rening

Våt rening innebär att man blandar askan med ett lösningsmedel, vilket i många fall är vatten. Ofta används ett steg av våt rening utan att man tänker på det, när askan tas ut ur pannan genom ett vattenbad. Principen för våt rening är att tvätta bort oönskade ämnen. Vad som tvättas bort beror på vad som är mest lösligt i askan vid närvarande av lösningsmedlet. Även vid våt rening har stor del av forskningen inriktats på flygaska från avfallsförbränning. I framtiden kan det komma krav på tvättning av den flygaska som ska deponeras på särskilda deponier för farligt avfall, detta på grund av Miljöbalkens krav på bästa möjliga teknik (Bjurström & Steenari, 2003).

För att den våta reningen ska vara så effektiv som möjligt ingår följande moment.

- Förbehandling, då askan kan siktas, krossas och ibland sker även magnetseparation.

- Behandling med lösningsmedlet under tillräckligt lång tid för att önskade reaktioner ska ske.
- Separation av vätskan och askan genom filtrering, sedimentering eller centrifugering.
- Askan efterbehandlas på något sätt, exempelvis genom sintring, torkning eller karbonatisering.
- Lösningsmedlet innehåller nu metaller och joner och de avskiljs genom metoder som fällning, jonbyte, elektrolys eller indunstning.

Den våta reningen kan följas av en värmebehandlig. Vid tvätten så avlägsnas klorider och lättlösliga salter samtidigt som aluminiumsilikater som innehåller kalcium bildas. Dessa silikater binder tungmetaller under värmebehandlingen (Bjurström & Steenari, 2003).

Om pH sänks vid tvätten, genom tillsats av syra i lösningsmedlet, ökar lösligheten av tungmetaller. Det kan gå åt stora mängder syra för att först neutralisera askan och sedan göra lösningen sur. Det krävs god ventilation eftersom gaser som vätgas och svavelhaltiga gaser kan utvecklas. I rökgasskrubbern så bildas en sur vätska, flera metoder för sur tvätt av flygaska från avfallsförbränning går ut på att man använder denna sura vätska. Nackdelen är att skrubbevattnet innehåller det kvicksilver som redan är renat från flygaskan och på detta sätt så tillförs miljöstörande ämnen. För att kunna lösa mer av de oönskade ämnena så kan föreningar som bildar lösliga metallkomplex tillsättas. En sådan komplexbildare är kloridjonen som ofta finns i betydande mängder i askan. Etylendimintetraättiksyra (EDTA) är en annan komplexbildare som även fungerar som en syra och därför gör dubbelt jobb.

Det finns även metoder som verkar i basisk miljö. Flera ämnen är lösliga både i sura och i basiska miljöer, bland annat aluminium, kisel, krom och arsenik.

Ytterligare ett sätt att rena askor med våtmetod är att använda en superkritisk vätska, dvs. ett ämne som befinner sig i så högt tryck och temperatur att det har egenskaper som både vätska och gas samtidigt. Lösligheten är god som i en vätska medan molekylerna rör sig snabbt som i en gas. Superkritisk koldioxid har använts för att extrahera toxiska organiska ämnen och analysera dessa. Metoder med superkritisk vätska är under utveckling (Bjurström & Steenari, 2003).

Genom filtrering och sedimentering avskiljs det kvarstående fasta materialet från vätskan. Materialet ska sedan kontrolleras så att det fått de egenskaper som önskades. Därefter kan undersökningarna gå vidare för att avgöra om materialet kan komma till användning. Nu återstår att behandla lakvätskan som innehåller alla de miljöstörande ämnen från askan vilka till stora delar är metaller. Vanligaste metoderna för behandling är utfällning, genom tillsats av lämplig kemikalie och utvinning av metaller genom elektrolys. Slammet som bildas vid utfällning har mycket hög metallhalt och borde kunna ses som en råvara inom metallindustrin, men idag anses det för dyrt att utvinna dessa metaller. Den renade lakvätskan innehåller endast alkaliskalter och ska vara tillräckligt ren för att släppas ut i avloppet.

Våt rening av askor kan ses som ett sätt att ytterligare begränsa mängden farligt avfall, genom att lösa upp och sedan samla in den upplösta mängden har vi fått en mindre mängd, men med högre koncentration av de ämnen som vi inte vill ha i askan. Detta kan vara ett alternativ om kostnaden för deponering av flygaska höjs kraftigt. Det krävs dock stora anläggningar för att klara av att tvätta askan, vilket är svårt för varje förbränningsanläggning (Bjurström & Steenari, 2003).

Enligt Avfall Sverige (2011) har en kombination av att sikta bort finmaterialet i askan och tvätt med vatten haft en god minskande effekt på lakningen av miljöstörande ämnen. Tvätt med vatten, alltså sköljning av askan, ger en minskning av kalium, natrium, klorid och sulfat.

Torr utmatning

Vid våt utmatning av bottenaska släcks askan effektivt och risken för brand på grund av glödande partiklar i askan är liten. Men vattnet som askan släcks i påverkar askan, askan klumpas ihop och bildar beläggningar på och i metallerna. Tungmetaller och finpartiklar fördelas om till grövre fraktioner och då hjälper det inte att sortera ut finfraktionen när man senare vill bli av med de miljöstörande ämnena. En lösning som nu tittas på är torr utmatning av bottenaska. De försök som gjorts i bl.a. Schweiz visar på att metallåtervinningen blir effektivare samtidigt som utlakningen av tungmetaller och salter från slaggruset blir betydligt lägre (Avfall Sverige, 2011). Istället för att askan släcks med vatten i ett vattenbad så faller askan ner i en torr behållare under rostret där den släcks med luft. Luften blåser på askan och för med sig finpartiklar, luften fortsätter till en cyklon där partiklar större än 0,5 mm avskiljs. Luften och de minsta partiklarna går in i pannan som sekundärluft.

Kostnaden för den ombyggnad som gjorts av askutmatningen i fullskaleförsöket i Schweiz uppges ha kostat ca 10 MSEK (1,1 MEUR) och beräknas återbetala sig på 3 år genom effektivare metallåtervinning. Några av de större svenska anläggningarna tittar nu på möjligheten att konvertera sin idag våta askutmatning till torr.

2.6. Slaggrus - Miljömässiga egenskaper

Slaggrusets påverkan på miljön beror till stor del på vad det används till och var den används. Den största påverkan sker genom utlakning av olika ämnen som i sin tur påverkar miljö och hälsa i omgivningen.

Lakning

Lakningsegenskaperna för slaggen förändras under lagringstiden. Allmänt så kontrolleras utlakning av tillgänglighet av ämnet, kinetik (hastighet av reaktioner och transportprocesser) och lösligheten av ämnet. Tillgängligheten av ämnet är beroende av totalhalten av ämnet och av hur hårt det är bundet till slaggrusets partiklar, vilket i sin tur ofta är starkt pH beroende. Askans pH-värde varierar under lagringen då askan mognar. Den färskaslaggen har ett pH på ca 12. Vid detta pH löser lättlösliga oxider och salter upp sig och lakar ut joner av främst natrium, kalium och klorider (och magnesium enligt TvetaMetoden (Tham & Andreas, 2008)). Utlakningen av kisel,

aluminium, kalcium, magnesium och sulfat pågår däremot under större delen av lagringen (Flyhammar m.fl., 2004). Utlakningen av för miljön mer kritiska ämnen som kadmium, bly, zink, koppar, antimon och molybden är störst i färsk slagg på grund av att de är bundna till relativt lösliga mineraler. Halten löst organiskt kol (DOC) i slaggruset, eller i vattnet som rinner genom upplaget av slaggrus, är mycket avgörande för utlakningen av komplexbindande metaller som t.ex. koppar, krom och kvicksilver. Joner av dessa metaller binds till DOC och bildar lösa organiska komplex som lätt lakas ut. Även om utlakningen av koppar blir större så är den biologiska tillgängligheten låg när koppar är bundet till organiskt material. Bindningen till DOC minskar toxiciteten från koppar. Koppar kan utgöra en ekotoxikologisk risk i dikeskanten vid en väg av slaggrus, men infiltreras in i jorden där koppar binds starkt och späs ut under tusentals år innan den når recipienten (Olsson m.fl., 2006).

Vid prövning av materialet mot olika handböcker och lagar jämförs ofta totalhalterna av ämnen i materialet med referensmaterial detta ger inte alltid en helt korrekt bild när det gäller askor. En aska binder de intressanta ämnena starkare än den jordart som riktvärdena är satta för. Askan är dessutom steril vilket gör att inga mikroorganismer lever i askan och därmed påverkas av det totala föroreningsinnehållet (Svensson m.fl., 2005).

Undersökningar av en 16 år gammal väg där förstärkningslagret utgjordes av slaggrus visade att en betydande utlakning av lättlösliga ämnen, som sulfat, kalcium, kalium, natrium, klorider, magnesium och molybden hade skett. Utlakning av andra ämnen var svårt att bestämma på grund av att det saknades data om vad slaggruset innehöll från början (Bendz m.fl., 2006). Transportmekanismen för lösta ämnen i en vägkropp visades tydligt vara horisontell diffusion från vägens mitt ut mot kanterna där vertikal transport med infiltrerat vatten var dominerade. Vägslänten var den stora transportvägen för vatten, koldioxid och syre mellan slaggruset i förstärkningslagret och omgivningen.

Ekotoxitet

Under senare år har ett alternativt sätt att klassificera askor tagits fram, försök har gjorts att använda klassning enligt avfallsförordningens bilaga 1, där 14 olika faroegenskaper tas upp. Den faroegenskap som är aktuell för slaggrus är H14, ekotoxitet. Hur farligt ett avfall är mot ekosystemen testas med ett batteri av olika organismer. Man utsätter olika levande organismer för lakvatten från askan och analyserar hur organismerna påverkas. Fördelarna med denna typ av analys är att man ser hur biotillgängliga de olika föroreningarna är. Än har inga riktlinjer tagits fram hur klassificeringen med biotester ska utföras. De forskningsförsök som hittills presenterats visar på att det inte är tungmetaller som är mest ekotoxiska i askor utan aluminium, kalium och kalcium, som inte är klassat som miljöfarliga ämnen. Tester av ett långtidslagrat slaggrus, 5 år, där pH-värdet har stabiliserat sig på pH 8 visar att det endast var kalium som var ekotoxiskt (Breitholtz m.fl., 2012). Biotester kan ge svar på hur farlig en aska är för sin omgivning, till skillnad från nuvarande metoder att bedöma askor som går ut på att titta på totalhalter och halter i lakvatten. Askors sammansättning är komplex och bestående av både ofarliga och miljöfarliga ämnen i en till stor del okänd blandning. Varje

grundämne i askor kan förekomma i flera olika former som kan vara olika miljöstörande.

2.7. Slaggrus - Materialegenskaper

Slaggruset har liknande egenskaper som naturgrus. Färgen är gråsvart och gruset har lite sandig karaktär. Densiteten är lägre än grus, maximal torrdensitet 1,4–1,8 t/m³ (grus 2,2t/m³) (Arm, 2006). Slaggrus har lägre värmekonduktivitet, vilket innebär att värme inte transporteras lika lätt i slaggrus som i vanligt grus och att slaggruset har en bättre isolerande förmåga. Slaggrus är mer poröst i jämförelse och därför mindre motståndigt för slag och nötning, vilket medför att man inte bör köra direkt på slaggrus, utan alltid ha minst ett lager över. Man bör vara uppmärksam på att hård trafikering av tunga fordon under en byggprocess kan nöta ner slaggruset.

Slaggrus har en styvhet som ligger på runt 70 % av bergkrossmaterialets styvhet, 70–300 MPa (Arm, 2006). Styvhet är ett mått på motståndet mot elastiska deformationer, deformationsegenskaperna är starkt beroende av halten oförbränt i materialet.

Packningsegenskaperna är annorlunda än för naturmaterial. Optimal vattenkvot för slaggrus ligger på mellan 14–20 % jämfört med naturgrus på 5 % (Arm, 2006).

Packbarheten varierar för olika slaggrus och den optimala vattenkvoten har stor betydelse. Även lagringstiden har visat sig påverka; längre lagring innebär ett större behov att vatteninnehållet är det optimala och större risker för nedkrossning (Arm, 2006). Beständigheten hos slaggrus har i labbtest sämre värden än naturmaterial, större finmaterial vid nötning och större sönderfall vid upprepade temperaturväxlingar. Vid kontroll av en 16 år gammal väg där slaggrus utgjort förstärkningslagret visade materialet inga tydliga tecken på förändring. Vid jämförelse mellan det uppgrävda använda slaggruset och slaggrus från samma anläggning hade det använda materialet samma styvhet. När materialet istället jämfördes med krossat berg och referensslaggrus från andra anläggningar hade det mindre styvhet och visade på större sättning, dvs. permanent deformation (Bendz m.fl., 2006).

2.8. Användningsområde för slaggrus

Väg och markanläggning

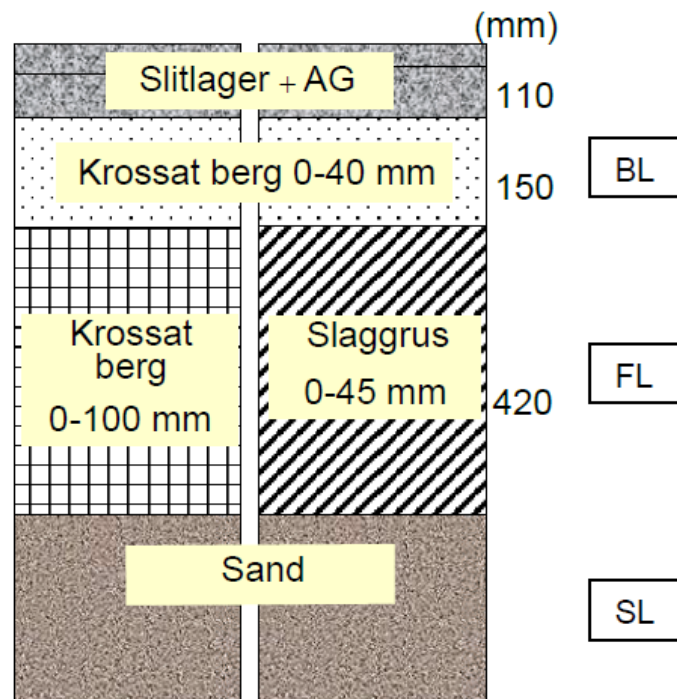
Idag byggs de allra flesta vägar och anläggningsytor med naturmaterial, grus och krossat berg. Det finns en stor miljömässig vinst att minska användningen av jungfruliga material och istället återanvända redan använda material eller återvinna avfallsklassat material såsom slaggrus. Men för att kunna använda alternativa material så måste det bevisas att de är lika bra både tekniskt och miljömässigt.

När en väg ska anläggas finns det många krav på funktionen av den. Dessa krav är allmänt skrivna. T.ex. måste materialet ha en acceptabel bärförmåga och stabilitet, acceptabel sättning och kompression och vara beständigt gällande frost och mekanisk och kemisk påverkan. Det är endast för tjällyftning och frosthalka som det finns numeriska värden på funktionskraven. För traditionella material är inte detta något

problem då egenskaperna hos materialet är kända och med några enkla provmetoder avgörs det om materialet har de rätta kvalitéerna till den tänkta användningen. Vid undersökning av alternativa material med samma provmetoder kan resultaten bli missvisande. Ibland behövs andra provmetoder och i många fall behövs erfarenhet så att rätt slutsatser dras utifrån provresultaten. Ett exempel är att materialets styvhet och stabilitet, dränering, tjälskydd och skydd mot frosthalka kan utläsas utifrån kornstorleksfördelning i traditionella material. För askor är kopplingen mellan kornstorleksfördelningen och dessa egenskaper inte lika stark och andra prover behövs för att fastställa askans egenskaper. Flera forskningsrapporter och handböcker har producerats om hur användningen av alternativa material i anläggningsbyggnader ska öka (Arm, 2006), (Svenska Energiaskor, 2012). I Kvalitetskriterier för bottenaskor till väg- och anläggningsbyggnad (von Bahr m.fl., 2004) beskrivs vilka prover som ska tas och vilka provningsmetoder som bör användas. Enligt von Bahr m.fl. (2004) så bör två olika omgångar undersökningar göras, en typprovning för att karakterisera materialet och en mindre omfattande kvalitetskontroll som görs för varje aktuellt användningsområde.

Vägens uppbyggnad består av en underbyggnad och en överbyggnad. Överbyggnaden kan delas in i ett bundet eller obundet slitlager på toppen och under där finns obundna förstärkningslager och ett eventuellt skyddslager, mot tjällyftning. Belastningen är högst i de övre lagren och därför är det störst krav på materialet ju högre upp i vägbyggnaden det ska placeras.

Att använda slaggrus i vägar och anläggningar har, hittills, utförts främst i forskningssyfte, bl.a. Vändöra utanför Linköping, Törringevägen i Malmö och Dåvavägen i Umeå vilka alla är slaggrusprovvägar som har undersökts vid olika tidpunkter. Törringevägen och Dåvavägen är byggda 1998 och 2001, slaggrus har avvänts som förstärkningslager i en del av vägsträckorna, uppbyggnaden i de två vägarna har gjorts på liknande sätt (Arm m.fl. 2008). Undersökningar på vägarna ca 10 år efter anläggandet av vägarna visar att de behåller sin styvhet och vid rätt dimensionering är slaggrus ett materialtekniskt bra ersättningsmaterial till bergskross. I figur 2.4 visas uppbygganden av Dåvavägen och Törringevägen som är byggda med ett 110-130 mm tjockt slitlager av asfalt, ett 150 mm tjockt bärlager av krossat berg som skydd och utjämning innan förstärkningslagret av slaggrus som är 420 -465 mm tjockt. Underlagret består i Dåvavägen av sand medan lermorän utgör underlaget i Törringevägen.



Figur 2.4 Schematisk bild över uppbyggnaden av slaggrusvägen, nämnd Dåvavägen. Där slaggruset är en del av förstärkningslagret (FL), skyddslagret (SL) utgörs av sand och bärlagret av krossat berg, överst ett slitlager av asfalt (Arm m.fl. 2008).

Slaggrus i bundna konstruktionsmaterial

Olika försök där slaggrus blandas i bundna konstruktionsmaterial har gjorts (Hansson, 2012). Slaggrus kan blandas i betong eller i cement för att minska mängden jungfruligt material som används (Hansson, 2012). Då slaggrus blandas i betong, med en inblandning på 50 % av ballasten så minskas hållfastheten något samtidigt som betongen blir lättare på grund av att slaggrus väger mindre än traditionell ballast. Betong har ett högt pH-värde och när slaggrus blandas med betong så reagerar det metalliska aluminiumet som finns kvar i slaggruset och vätgas bildas (Hansson, 2012). Gasbildningen orsakar svällningar och sprickor i betongen. Den höga halten klorider i slaggruset påverkar armeringsjärnen så att risken för korrosion ökar (Hansson, 2012).

Ett annat bundet material där slaggrus kan användas är en cementblandning med slaggrus, flygaska från biobränsle och cement. Den fraktion av slaggrus som har ingått i dessa försök har varit finfraktionen 0 – 10 mm (Hansson, 2012). En blandning med flygaska och cement har vid flera tillfällen använts som bärlager under ett slitlager av asfalt, och fungerat bra. Bärlagret vid dessa ytor har varit 70 – 80 cm djupa (Hansson, 2012). Vid inblandning av slaggrus från avfallsförbränning blir det bundna materialet tre gånger starkare. Undersökningar av materialet visade även på att sprickbildningen på grund av uttorkning minskade med slaggrusinblandning. Ytor där slaggrus ingår i bärlagret skulle kunna göras tunnare alternativt klara en högre teoretisk belastning. Miljövärdena för traditionell analys av utlakning med perkolationstest visar på större utlakningen av metaller från krossat bundet material än obundet slaggrus. Detta antas

bero på både höjningen av pH då flygaskan och cementen blandas med slaggruset och att flygaskan innehåller metaller. I verkligheten har det bundna materialet låg hydraulisk konduktivitet och ett test på krossat material berättar inte sanningen om den verkliga utlakningen. Hansson (2012) föredrar istället diffusionsprovning för utvärdering av det bundna materialet. På grund av höga totalhalter av klor och svaveloxider i materialet samt höga utlakade mängder med normalt provningsförfarande så krävs det enligt Naturvårdverkets handbok "Återvinning av avfall i anläggningsarbeten" tillstånd för att använda slaggrus i bundet material (Hansson, 2012).

Deponi

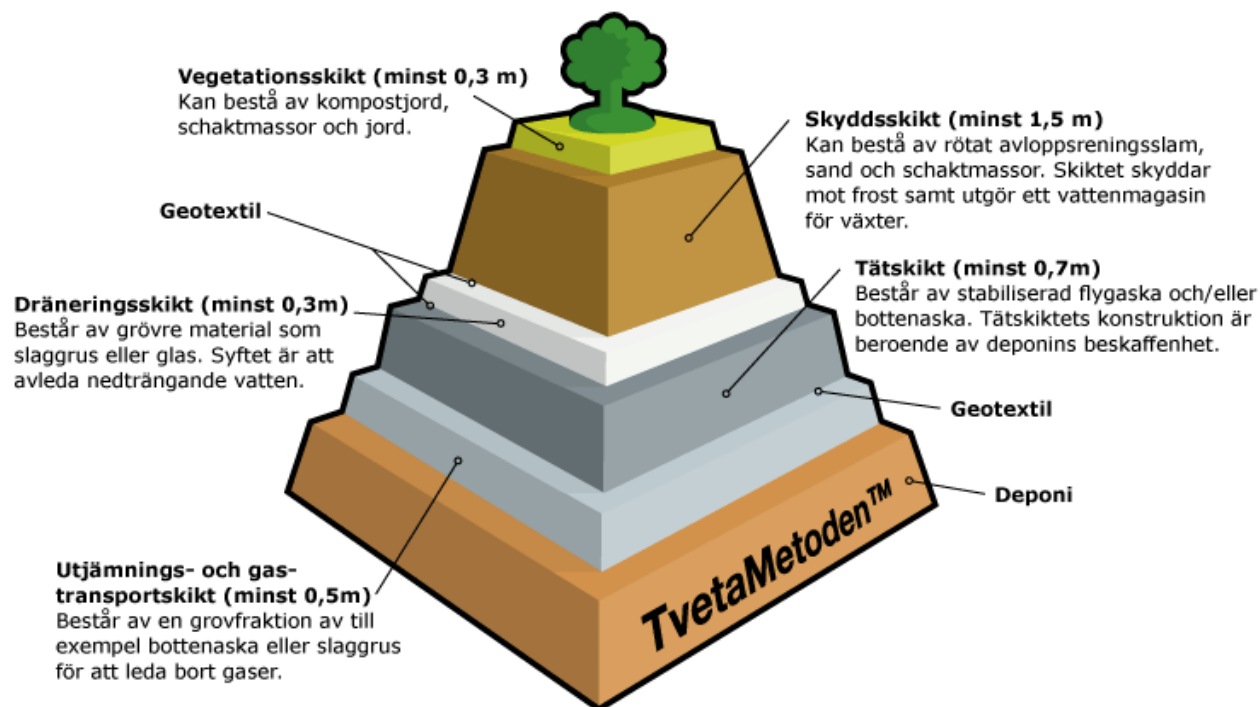
Det man idag kan göra utan långa tillståndprocesser hos miljömyndigheter är att använda slaggruset inom deponier. Inom en deponi samlas allt lakvatten upp och på det viset har man kontroll på lakningen. Slaggruset kan här användas till att bygga vägar och ytor, men även vissa lager vid sluttäckning. I och med förordningen om deponering av avfall (SFS 2001:512) så höjdes kraven på hur en deponi ska vara utformad.

Samtidigt har flera deponeringsförbud införts och färre deponier behövs. De deponier som inte klarade de nya kraven har nu avslutats och ska sluttäckas. En sluttäckning av en deponi innebär att man kapslar in avfallet, minimerar vattentillförseln och planterar ny vegetation på ytan. Det är viktigt att sluttäckningarna görs hållbara för många år framöver, hundratals år. Den vanligaste spridningen från avfall sker via lakvatten, det är därför viktigt att sluttäcka deponierna så snabbt som möjligt. De flesta deponier som nu ska sluttäckas är deponier för icke farligt avfall och de har som krav att maximalt 50 l vatten/m², år får släppas igenom ner till avfallet. Det krävs flera lager i en sluttäckning, speciellt ett vattenavledande som för bort nederbörden till kontrollerade diken/dräneringar och ett tätskikt som skyddar det underliggande avfallet från vattnet (Avfall Sverige, 2007b).

Innan täckning så kompakteras och stabiliseras avfallet. Detta arbete är mycket viktigt då det gäller att undvika sättningar som kan förstöra tätskiktet. Ytan slätas därefter till och formas till önskad topografi. Här vid formningen kan slaggrus vara ett alternativt material, i ett avjämningsskikt som ligger under tätskiktet. Slaggrus kan även vara aktuellt i skyddsskiktet och det dränerande skiktet. Under avslutningen och efterbehandlingsfasen, som är minst 30 år eller bestämd av tillsynsmyndigheten, av en deponi så sker regelbunden kontroll av lakvatten, deponigas, ytvatten och grundvatten (Karkiainen, 2006).

Telge Miljöteknik har tagit fram en sluttäckningsmetod som kan baseras på endast restprodukter. Metoden är tillståndsprövad och godkänd av miljödomstolen och kallas TvetaMetoden. För att utforma metoden har det krävts en stor forskningsinsats under åren 1999-2006. Förutom att komma fram till hur den tekniska utformningen ska göras så har ett av de stora problemen varit att få använda restprodukter, men genom att först klassa avfallet enligt lagstiftningen och sedan bedöma riskerna i en miljökonsekvensbeskrivning har nu metoden blivit godkänd. Skikten i sluttäckningen framgår av figur 2.5. Slaggrus används här i utjämnings- och gastransportskiktet och i dräneringsskiktet. Till dräneringsskiktet siktar slaggruset och allt material med en

kornstorlek större än 8 mm används. Den överblivna finfraktionen blandas i skyddsskiktet (Tham & Andreas, 2008).



Figur 2.5: Uppbyggnad av sluttäckning enligt TvetaMetoden. Bild Telge Miljöteknik.

2.9. Lager, förordningar och mål som påverkar användandet av slaggrus

Vid användning av slaggrus så kommer man i kontakt med flera olika politiska mål, lagar och regler som ska eftersträvas och åtgärdas.

Politiska mål

När det gäller miljön har den svenska regeringen satt upp 16 nationella miljökvalitetsmål (Naturvårdverket, 2013b):

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Begränsad klimatpåverkan | 9. Grundvatten av god kvalitet |
| 2. Frisk luft | 10. Hav i balans samt levande kust och skärgård |
| 3. Bara naturlig försurning | 11. Myllrande våtmarker |
| 4. Giftfri miljö | 12. Levande skogar |
| 5. Skyddande ozonskikt | 13. Ett rikt odlingslandskap |
| 6. Säker strålmiljö | 14. Storslagen fjällmiljö |
| 7. Ingen övergödning | 15. God bebyggd miljö |
| 8. Levande sjöar och vattendrag | 16. Ett rikt växt och djurliv |

Flera av dessa mål påverkar återvinningen av askor. Fjärde målet Giftfri miljö beskriver att halterna av naturfrämmande ämnen ska minska till nära noll och deras påverkan på

människors hälsa och miljön ska vara försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen ska vara nära bakgrunds nivåerna. Denna formulering gör det svårt att återanvända både askor och andra material i anläggningsbyggande. Till mål 9, Grundvatten av god kvalitet finns en aspekt gällande naturgrus, om uttaget av naturgrus minskar behålls vattenkvaliteten bättre. Det finns även mål i generationsperspektiv som säger att *"Naturgrus nyttjas endast när ersättningsmaterial inte kan komma i fråga med hänsyn till användningsområdet."* och *"Avfall och restprodukter sorteras så att de kan behandlas efter sina egenskaper och återföras i kretsloppet i ett balanserat samspel mellan bebyggelsen och dess omgivning."* Dessa mål är inte i sig juridiskt bindande men de är vägledande för hur lagar ska tolkas.

Miljöbalken

Miljöbalken styr all verksamhet i Sverige som på något vis påverkar miljön. Bestämmelserna i denna balk syftar till att främja en hållbar utveckling, som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. I miljöbalkens 1 kapitel beskrivs mål och tillämpningsområde. Reglerna i miljöbalken ska användas så att

- människors hälsa och miljön skyddas mot skador och olägenheter, oavsett om dessa orsakas av föroreningar eller annan påverkan,
- värdefulla natur- och kulturmiljöer skyddas och vårdas,
- den biologiska mångfalden bevaras,
- mark, vatten och fysisk miljö i övrigt används så att en från ekologisk, social, kulturell och samhällsekonomisk synpunkt långsiktigt god hushållning tryggas, och
- återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas så att ett kretslopp uppnås.

Även de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalkens 2 kapitel ger en grund till hur regelverket ska användas. Här beskrivs regler som bevisbörda, kunskap, lokalisering och produktval. Detta betyder i stora drag att den som utövar en verksamhet är skyldig att:

- ha kunskap om hur miljön påverkas
- välja rätt plats för verksamheten
- välja produkter som är så bra som möjligt för miljön
- bevisa detta vid prövning

De allmänna hänsynsreglerna innehåller också hushållningsprincipen som säger att man ska hushålla med material och energi samt utnyttja möjligheterna till återanvändning och återvinning.

Det 9 kapitlet i miljöbalken handlar om miljöfarlig verksamhet. Reglerna i 9 kap gäller för all verksamhet som på något sätt påverkar mark, luft, vatten eller människors hälsa och miljö. I Förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899) så listas alla verksamheter som kräver tillstånd eller anmälan för att drivas. Enlig den ovan

nämnda förordningen så ska en miljökonsekvensbeskrivning, enligt 6 kap Miljöbalken (SFS 1998:808), upprättas vid ansökan eller tillståndsprövningen. Detta är en process där såväl samråd med inblandade och allmänhet och beskrivningen av miljöpåverkan ingår.

Handböcker

Naturvårdsverket Handbok - Återvinning av avfall i anläggningsarbeten

Naturvårdsverket har gett ut en handbok om återanvändningen av avfall inom anläggningsarbeten. För att användningen av avfall ska räknas som återvinning är det viktigt att avfallet ersätter ett traditionellt konstruktionsmaterial. Endast den mängd avfall som behövs för funktionen kan klassas som återvinning, här varierar mängden beroende på bärformåga, hållbarhet och behovet av utjämning inom konstruktionen (Naturvårdsverket, 2010).

Tabell 2.3 Riktvärden för metaller i avfall vid återvinning. (Naturvårdsverket, 2010).

Parameter	Totalhalter		Utlakning Co L/S 0,1		Utlakning L/S 10	
	Mindre än ringa risk	Deponitäckning	Mindre än ringa risk	Deponitäckning	Mindre än ringa risk	Deponitäckning
	mg/kg TS		mg/l		mg/kg	
Arsenik	10	10	0,01	0,05	0,090	0,400
Kadmium	0,20	1,50	0,01	0,00	0,020	0,007
Krom (total)	40	80	0,20	0,06	1,00	0,30
Koppar	40	80	0,20	0,20	0,80	0,60
Kvicksilver	0,10	1,80	0,00	0,00	0,010	0,010
Nickel	35	70	0,10	0,20	0,40	0,60
Bly	20	200	0,050	0,100	0,200	0,300
Zink	120	250	1	0,80	4	3
Klorid			80	6200	130	11000
Sulfat			70	2900	200	8500

Naturvårdsverket har tagit fram riktvärden för totalinnehåll och lakbarhet för 13 ämnen som anses vara de mest kritiska för avfall vid användning i anläggningskonstruktioner. Dessa presenteras i tabell 2.3. Den som använder avfallet ska alltid göra en bedömning av innehållet i avfallet, även för ämnen utanför de som Naturvårdsverket identifierat.

Nivåerna är framtagna utifrån bakgrundshalt, hälsorisk, skydd för markmiljö och skydd för ytvatten. Det finns två nivåer av riktvärden, en för ”Mindre än ringa risk” och en för ”Deponitäckning ovan tätskikt”. Om nivåerna för ”Mindre än ringa risk” underskrids så kan avfallet användas utan anmälan till tillsynsmyndighet. När den lägre nivån överskrids men nivåerna för ”Deponitäckning ovan tätskikt” underskrids så kan avfallet användas på lämplig plats efter anmälan till tillsynsmyndighet. Om även den högre nivån överskrids så anses föroreningen mer än ringa och tillstånd enligt miljöbalken ska sökas för att få återvinna avfallet som anläggningsmaterial. Både riktvärden för utlakningsegenskaper och riktvärden för totalhalter bör underskridas för att kunna klassa

avfallet som godkänt för att få använda det inom ovan nämnda område (Naturvårdsverket, 2010).

Vid ”Deponitäckning ovan tätskikt” så gäller att tillsynsmyndigheten alltid ska göra en bedömning av det specifika avfallet. Under tätskikt på deponier så är det mottagningsregler för deponiklassen som avgör, samt tillståndet för deponin.

Riktvärden för mottagning till deponier med olika klassning framgår av tabell 2.4.

Tabell 2.4 Mottagningskriterier deponi från Naturvårdsverkets Handbok ”Återvinning av avfall i anläggningsarbeten” (Naturvårdsverket, 2010).

Parameter	Utlakning Co L/S 0,1		Utlakning L/S 10	
	Inert	Icke-farlig	Inert	Icke-farlig
	deponi	deponi	deponi	deponi
	mg/l		mg/kg	
Arsenik	0,06	0,30	0,500	2,00
Barium	4,00	20,00	20	100
Kadmium	0,02	0,30	0,04	1,00
Krom (total)	0,10	2,50	0,50	10
Koppar	0,60	30	2,00	50
Kviksilver	0,00	0,03	0,01	0,20
Molybden	0,20	3,50	0,50	10
Nickel	0,12	3,0	0,40	10
Bly	0,15	3,00	0,50	10
Antimon	0,10	0,15	0,06	0,70
Selen	0,04	0,20	0,10	0,50
Zink	1,20	15,00	4,00	50
Klorid	460	8500	800	15000
Fluorid	2,50	40	10	150
Sulfat	150	7000	1000	20000

Svenska Energiaskor Att använda askor rätt (Handbok för miljöprövning av askor)

Svenska energiaskors handbok utgår från att askor, däribland slaggrus, lämpar sig som konstruktionsmaterial och tar därifrån upp frågan hur miljöprövningen av askan går till och vad en tillståndsansökan bör innehålla. Tillståndsansökan går ut på att säkerställa miljöbalkens mål. Det gäller för den som söker tillstånd för användning av aska i väg eller anläggningsbyggen att visa att askans innehåll och egenskaper inte kommer att påverka miljön på just den aktuella lokaliseringen. Samt att påvisa att de planerade skyddsåtgärderna är tillräckliga för att miljöbalkens mål ska uppfyllas. Både halten och rörligheten av askans beståndsdelar ska presenteras. Med resultat från provtagningar ska tillståndssökaren kunna visa att kvalitén kan hållas jämn och säker. En viktig del i tillståndsansökan är att grundligt gå igenom förutsättningarna för den tänkta lokaliseringen av byggnationen och vilka skyddsåtgärder som kommer att vidtas.

Rimliga skyddsåtgärder som nämns i handboken är tätande och skyddande skikt över askans konstruktion, arbetsmiljöfrågor som damning och hur man motverkar läckage i byggskedet. Handboken rekommenderar att askanvändningen förs in i fastighetsregistret eller liknande lokalt register för att spårbarheten av askan i framtiden ska bli så enkel som möjlig. Handboken ger en tydlig bild av vad en ansökan, anmälan och tillståndsansökan bör innehålla, beroende på hur askan klassas med hjälp av Naturvårdsverkets Handbok. I bilaga A finns en förenklad lista på vad som behövs vid en tillståndsansökan.

2.10. Kvalitetssäkring

Slaggrus är ett material som skulle kunna reducera användningen av naturgrus och öka återvinning. SYSAV (Sydskånes avfallsaktiebolag) i Malmö är den förbränningsanläggning i Sverige som har lyckats med att kvalitetssäkra och sälja sitt slaggrus till anläggningsbyggnader. För att lyckas med detta har företaget satsat mycket tid och pengar på forskning, provtagning och kontakter med myndigheter. I rapporten Kvalitetssäkring av slaggrus från förbränning av avfall (RVF, 2002), så beskrivs hur SYSAV har gått tillväga för att slaggruset ska kunna gå från avfall till produkt. Men även fast produkten Slaggrus är definierad och tidigare använd i området så krävs det oftast många möten och diskussioner med myndigheter för varje ny användning av slaggrus. Det är både leverantören (avfallsförbrännaren) och entreprenören (användaren) som är ansvariga för att slaggruset kvalitetssäkras. Leverantören ska ansvara för att kvalitetssäkra själva slaggruset, med provtagning och analyser, entreprenören ska ansvara för att kvalitetssäkra tillståndsförfarandet d.v.s. utförande, kontroll och uppföljning. Till varje leverans slaggrus ska leverantören upprätta ett varuinformationsblad där information om slaggruset finns, så som siktning och sortering, lagring, kemiska och tekniska egenskaper samt kvalitetskrav och leverantör av materialet. Slaggrus som konstruktionsmaterial är billigare än alternativa jungfruliga material, 25 kr/ton är priset som SYSAV har satt på det färdiga slaggruset. Det är nog mycket på grund av det låga priset som entreprenörer accepterar att använda slaggrus trots det extra arbete som det innebär, med provtagningar och kontakter med myndigheter (RVF, 2002).

Att flytta med sig de kunskaper som SYSAV har arbetat fram tillsammans med miljömyndigheter i Skåne län till andra förbränningsanläggningar och andra län har visat sig vara väldigt svårt. Myndigheterna tänker väldigt mycket utifrån försiktighetsprincipen och vill undvika att tillförda ämnen sprids i naturen, istället för att se hushållningssyftet och sparandet av jungfruliga material. En viktig orsak till att inte många förbränningsanläggningar har lagt ner lika mycket arbete som SYSAV för att kunna sälja sitt slaggrus är ekonomi. Så länge slaggrus kan användas inom deponiområden som nyttigt material och på så vis undvika deponiavgiften, så finns inte drivkraften att ta diskussionen med miljömyndigheterna. I de flesta län måste en användning av slaggrus utanför deponi provas enligt miljöbalken vilket är en lång och kostsam process där bl.a. en miljökonsekvensbeskrivning ska tas fram. Det är få

anläggningsbyggen i Sverige idag som har tid att vänta på att en sådan process ska bli klar och då blir det billigare att välja andra material (RVF, 2002).

Vid tiden för utgivningen av rapporten (RVF, 2002) så var alternativet utanför Skåne län att försöka pröva användandet av slaggrus enligt Miljöbalken. Det sätt som enligt praxis användes i ansökan om användning av slaggrus var att efter provtagningar på slaggruset jämför innehållet med naturvårdsverkets riktvärde för känslig markanvändning (KM). Därefter upprättades en miljökonsekvensanalys där man bl.a. tar upp de ämnen som inte klarat riktvärdena och beskriver deras miljöpåverkan. Miljökonsekvensanalysen bör även innehålla en beskrivning av de lokala förhållandena på anläggningsplatsen och hur slaggruset påverkar just denna miljö. (Adler m.fl., 2004) Men i Naturvårdsverket Handbok 2010:1 (Naturvårdsverket, 2010) så framgår att denna praxis bör överges och ersättas med riktvärdena i handboken.

2.11. Lösningar utanför Sverige

I Nederländerna förbränns årligen 5,1 miljoner ton avfall och ca 1,2 miljoner ton bottenaska produceras, år 2000 deponerades endast 5 % av bottenaskan (Kärrman, 2004). Användningsområdet är främst stora projekt då staten är byggherre, detta på grund av ett krav på att minst 10 000 ton måste användas i varje projekt. Kravet har tillkommit för att det är lättare att kontrollera stora samlade mängder av slaggrus ute i anläggningar. All användning av slaggrus måste rapporteras till staten och rapporten ska innehålla:

- område och tid när askorna används
- byggmaterialens sammansättning och typ av projekt
- sammanställning av emissioner från byggmaterialen
- information om mängd, isolation, kontrollåtgärden och hantering av byggmaterialen

I början av 1980-talet fanns ett motstånd till användningen av slaggrus som till stor del berodde på osäkerheten kring miljöpåverkan. Under 90-talet diskuterade man mycket om hushållningen med naturresurser och kom fram till att slaggrus borde användas istället för att gå på deponi. Det inrättades ett undantag, för askor i reglerna om byggen, som tillåter slaggruset att ha högre emissionsvärde än andra byggmaterial. Undantaget var bara tillfälligt och från 2006 ska slaggruset uppfylla samma krav som andra byggmaterial (Kärrman m.fl., 2004).

I Frankrike klassificeras askor efter lakegenskaper och delas in i tre grupper, de som kan användas i anläggningsbyggen, de som måste behandlas så de mognar till den högre gruppen och de som måste deponeras. Det finns 40 stora anläggningar som behandlar askan som ska användas i byggen. Två miljoner ton av de tre miljoner ton aska som årligen produceras behandlas i någon av de stora anläggningarna. Den resterande askan deponeras eller behandlas vid förbränningsanläggningarna. Kostnaden för deponering är betydligt större än den för behandling vid de stora anläggningarna. Eurovia är det dominerande företaget inom behandling av aska, men det är även ett byggföretag som

specialiserat sig på infrastruktur. De producerar alltså sitt eget användningsmaterial och har stort tekniskt kunnande. Det finns ett politiskt stöd för användning av slaggrus i områden där marknaden inte är etablerad. Detta visas genom att samhället hjälper till i inledningsskedet, t.ex. genom att själva använda slaggrus när kommunerna står för byggen. (Kärman m.fl., 2004).

I Danmark infördes år 2000 ett nytt regelverk angående askåtervinning. Pappersarbetet blev mer omständligt samtidigt som de gamla gränsvärdena skärptes och nya kom till. Beroende på sammansättning och lakegenskaper så delas askor i Danmark in i tre kategorier. Askor i kategori 1 får användas fritt, medan det för kategori 2 och 3 finns begränsningar i användningsområdena. Bottenaska från avfallsförbränning klarar i praktiken aldrig kraven för kategori 1, i sällsynta fall kan de klara kraven för kategori 2. För det mesta så hamnar sorterad och lagrad slaggrus i kategori 3 med de strängaste reglerna för användning. Detta medför att slaggrus endast kan användas i parkeringsplatser och i kustnära områden. Det nya regelverket skyddar dricksvatten och grundvatten starkt och i inlandet där dricksvatten kan tas ur grundvatten är kraven på utlakning hårda. Vid kusten är kraven idag inte lika hårda och därför kan slaggruset användas i kustnära områden. Innan de nya reglerna kom så användes slaggruset ofta i små anläggningar därför att det inte behövdes söka tillstånd om mindre än 100 ton slaggrus användes. Idag ska tillstånd sökas för all användning av slaggrus vilket har lett till att slaggrus endast används i stora byggen, då jobbet med tillståndsansökan kan löna sig ekonomiskt genom att man får använda sig av ett billigare material. Det är den ekonomiska drivkraften som genom den höga avgiften på deponi har lett till att användningen av slaggrus varit så stor i Danmark. Med de nya reglerna finns det risk för att användningen minskar (Kärman m.fl., 2004).

2.12. Åmotfors Energi

Åmotfors Energi äger och driver en avfallsförbränningsanläggning i samhället Åmotfors i västra Värmland. Anläggningen byggdes för att försörja pappersbruket Nordic Paper Åmotfors med energi och avfallsförbränning startades i februari 2010. Åmotfors Energi är ett privatägt företag, till skillnad från många andra avfallsförbränningsverk i Sverige.

Åmotfors Energi har tillstånd att förbränna upp till 80 000 ton avfall per år, och under de första åren har årsförbrukningen av avfall legat på ca 70 000 ton. Avfallspannan är av rostertyp och har en ingående effekt på 28 MW. Pannan är ca 30 m hög, det första stråket har inga värmeupptagande ytor för att klara kraven på att slutförbränna rökgaserna i 850 °C i minst 2 sekunder (SFS 2013:253). Därefter finns två stråk med tuber som tar upp värmen och en ekonomiser som förvärmer pannvattnet. Askan som faller ner till botten av pannan i andra och tredje stråket skickas med slussmatare till en flygaskilo. Att inte föra ner denna aska till rostret och vidare till bottenaskan orsakar tidvis problem på grund av klumpar i denna aska som idag måste plockas ut från slussmatarna för hand. Krossar innan slussmataren borde vara en bättre lösning för att komma tillrätta med problemet än att föra denna finpartiklade aska till bottenaskan (Avfall Sverige, 2011). Reningen av rökgaser görs först i pannan genom att tillsätta

ammoniak för att reducera NO_x i rökgaserna. Osläkt kalk blandat med vatten tillsätts rökgaserna i finfördelade droppar i en cyklon, därefter tillsätts aktivt kol. Kalk tillsätts för att neutralisera sura partiklar i rökgasen, främst väteklorid och svaveldioxid. Aktivt kol tillsätts för att absorbera dioxiner och tungmetaller. Rökgasreningsrester avskiljs genom ett textilfilter. På textilfiltret bildas en kaka av rökgasreningsresterna där kalk och kol lagras som en buffert. Bottenaskan faller ner i ett askstup i slutet av rostret till ett vattenbad där askan släcks och kyls av. Ett transportband för askan vidare till ett skakbord och ut i ett asklager. Asklagret har kapacitet för aska från två dagars förbränning. En automatisk travers lyfter askan från lagret till tre containrar. Varje vecka hämtas ca 8 lass med tre containrar från Åmotfors Energis anläggning och körs till Eda kommuns deponi Lunden.

Bränslet som tas emot på Åmotfors Energi är utsorterat brännbart avfall från både hushåll och verksamheter. Avfall från hushåll regleras av lagen om offentlig upphandling och handlas upp genom offentliga slutna anbud i både Sverige och Norge. För verksamhetsavfallet gäller affärsöverkommelser mellan två affärspartners.

Åmotfors är en liten ort med ca 1500 invånare och har således ett begränsat fjärrvärmeunderlag. Förbränningsanläggningens främsta kund är istället Nordic Paper Åmotfors, ett ointegrerat pappersbruk med två pappersmaskiner. Pappersmaskinerna körs på ånga med trycket 6 bar och 180 °C. För att på effektivaste sätt framställa el i avfallsförbränningsanläggningen så är turbinen tvådelad. Ihögtrycksdelen reduceras ångtrycket från 40 bar till 6 bar. Den ånga som pappersbruket inte använder går vidare till turbinens lågtrycksdel där ångan reduceras ner till hetvatten. Hetvatten används inom pappersbruket och till fjärrvärme i Åmotfors.

Bottenaskan

Bottenaska från Åmotfors Energi är aska som faller igenom rostret och aska som matas ut i slutet av rostret. Bottenaskan faller ner i ett vattenbad där den släcks och kyls av. Från vattenbadet går ett transportband ut på ett skakbord och därifrån skakas askan ner i en askbunker. Varje år körs ca 12 000 ton bottenaska ut från anläggningen, vid förbränning av 70 000 ton avfall vilket motsvarar ungefär 18 %.

Sortering med mobilt sorteringsverk

Bottenaskan från Åmotfors Energi fraktas till Eda kommuns deponi, Lunden. På Lunden läggs askan i stora högar utomhus för att lagras och mogna under 3 till 6 månader. Under lagringstiden härddas askan så att den blir mindre lös. pH sänks och partikelstorleken ökar.

Sorteringen av askan från Åmotfors Energi görs med en mobil sorteringsanläggning som två gånger per år ställs upp på Lunden och sorterar ca 6000 ton aska under 6 veckor. Syftet med sorteringen är att utvinna och återvinna metaller ur askan. Värdet i metallerna ökar motiveringen att sortera och att sorteringen blir så bra som möjligt. Vid sorteringen får man även ut fraktioner som kan förbrännas på nytt, deponirester och slaggrus. Sorteringen börjar med en grovavskiljning, en grovsikt som tar bort material

större än 40 cm. Materialet från grovavskiljaren, som ses i figur 2.6, består av betong, skrot, stora stenar mm.



Figur 2.6 Utsorterat överstort

Resterande materialet går genom en trumma med maskstorlek på 10 mm, där finmaterial ramlar igenom. En 0-10 mm finfraktion tas ut, figur 2.7. Normalt ligger denna fraktion på ca 60-70% av askan som sorteras.



Figur 2.7 Finfraktion av slaggrus

Större material går vidare på ett transportband och ett överliggande magnetband plockar magnetiska metaller, skrot. För aska från Åmotfors Energi så sorteras 6-9 % ut som magnetiska metaller. Materialet går vidare ut på en skakmatare och över en rulle med en inre magnet som snurrar medsols samtidigt som det yttre höljet på rullen snurrar motsols. Effekten blir att magnetiska finmetaller snurrar med medsols och sorteras ut från övrigt material. Finmetaller i askan är ca 1 %. En översiktsbild av sorteringsanläggningen visas i figur 2.8.



Figur 2.8 Sorteringsanläggningen. I den blå containern i mitten samlas finare metaller.

I det övriga materialet finns aska och slaggrus större än 10 mm, rostfria metaller, andra omagnetiska saker som eventuellt trä och annat oförbränt material. Från denna fraktion handplockas rostfritt material, som mest 1 % och sedan återstår grovfraktionen av slaggrus vilket vanligtvis är mellan 20-30%. Figur 2.9 och 2.10 visar hur grovfraktionen av slaggrus kan se ut före utsortering av rostfria metaller.



Figur 2.9 och 2.10 Grovfraktionen av slaggrus före handsortering av rostfritt material.

Sorteringen med ett mobilt sorteringsverk påverkas stort av olika parametrar. Storleken på hålen i den första trumman där finfraktionen sorteras ut påverkar materialegenskaperna på slaggruset. Här används en trumma med hål som är 10 mm för att kunna utvinna så stor andel av metallerna som möjligt. Denna finfraktion innehåller så små metaller att detta sorteringsverk inte kommer att kunna plocka ut dem och då är det mest lönsamt att sortera bort finfraktionen innan magnet och virvelsiktseparatorn. För en god slaggrusqualität skulle en fraktion med partiklar mellan 0-50 mm vara att

föredra enligt Grönholm (2006), men med den metod som används här är det dyrt att sedan sammanblanda slaggruset till önskvärd storleksblandning. Det överliggande magnetbandet som tar magnetiska metaller läggs på en nivå så nära de största partiklarna i slaggen som möjligt. Ju närmare den möter metallerna desto mindre och svagare magnetiska metaller följer med, men att lägga detta magnetband för lågt ger problem vid sorteringen och stopp i anläggningen. Utsorteringen av rostfritt material görs för hand och här krävs motiverad och kunnig personal. För kvaliteten på slaggrusets skull ska utsorteringen av rostfritt material göras så bra som möjligt, men ekonomiskt så finns en brytpunkt för hur lång tid som kan läggas ner för att gå igenom slaggruset. Ekonomin i återvinning av metallerna är det som styr val av sorteringsmetod.

3. Material och metod

3.1. Plockanalys

Genom att undersöka avfallsbränsle med metoden plockanalys kan man få en bakgrund till vad det är som påverkar egenskaperna i askan och slaggruset. I samarbete med Eda kommun och Per Berg, expert på avfall från Högskolan Dalarna genomfördes Edas första plockanalys under två veckor i oktober 2005. Samtidigt utfördes plockanalyser i Arvika och Årjäng.

Avfallslämnare

Vid denna plockanalys har allt avfall som kommunen samlar in analyserats. Det har inte bara varit hushållsavfall utan även annat avfall som kommunen ansvarar för att samla in, exempelvis från vårdinrättningar och affärer. För Åmotfors Energi är detta bra då allt som kommer till förbränningspannan har analyserats. Men vid jämförelse med plockanalyser från andra kommuners hushållssopor är det viktigt att komma ihåg att även butiksavfall ingår i denna analys.

Provtagning

Eda kommun har 14 dagars hämtning av hushållssopor och sopbilen töms en gång dagligen på sopstationen Lunden. För att ta prov från alla rundor som sopbilen kör så har vi under två veckor tittat på innehållet i alla tio lass som sopbilen hämtat. Avfallet packas i sopbilen och var därför tillplattat och ibland krossat när det kom fram till Lunden.

Tillvägagångssättet har varit följande. Sopbilen har tömt lasset på en asfalterad yta och med hjälp av en hjullastare har avfallet lagts ut i en fyrkant, ca 12x6 m. Över fyrkanten med sopor spändes plastband upp så att 20 rutor bildades. Tio av rutorna var slumpvis utvalda varje dag, ett exempel ses i figur 3.1. I mitten av de utvalda rutorna lades en träram, 50x50 cm, och alla sopor som låg till större delen innanför denna ram plockades ut och lades i en säck. De tio säckarna utgjorde dagens prov.

1	2			5
	7			10
11		13		
16		18	19	

Figur 3.1 Exempel på slumpvalda rutor.

Analys

Alla säckar som tagits ut vägdes och därefter analyserades innehållet genom att det sorterades i 17 fraktioner.

Producentansvar

- Tidningar
- Pappersförpackningar
- Mjuka plastförpackningar
- Hårda plastförpackningar
- Glasförpackningar
- Metallförpackningar
- Elektriska och elektroniska produkter
- Batterier
- Andra produkter

Kommunalt ansvar

- Biologiskt nedbrytbart
- Slaktrester
- Trädgårdsavfall
- Blöjor och bindor
- Textilier
- Annat brännbart material
- Annat obrännbart material
- Farligt avfall

De olika fraktionerna vägdes efterhand säckarna blev fulla eller tunga. Alla vikter noterades i fältarket och summerades senare i Excel.

Några av fraktionerna dök aldrig upp. Slaktavfall, som togs med på grund av att analysen genomfördes veckan efter älgjakten, hittades inte. Inte heller andra produkter med producentansvar, som egentligen bara är bildäck. Något trädgårdsavfall gick inte att utskilja ur avfallet, endast enstaka löv förekom som istället sorterades till Biologiskt nedbrytbart.

3.2. Hantering av bottenaskan

För att förstå och jämföra slaggrusets kvalitet med slaggrus i litteraturen kartlades hanteringen av bottenaskan, från förbränningsprocessen via utmatning ur pannan och vidare till lagring och sortering.

3.3. Laboratorieanalyser

Provtagning

Laboratorieanalyser är gjorda på både bottenaskan och slaggrusets två fraktioner, grovfraktion och finfraktion. Bottenaskan samlades in på Åmotfors Energi och togs från fallande mängd när askan transporterades till askrummet.

Slaggruset som provtogs var sorterad med ett mobilt sorteringsverk enligt kapitel 4.4. Sorteringen gjordes under 8 veckor i november till januari 2012-2013, mängden som sorterades var ca 8000 ton och askan var ifrån april till november 2012. Delar av askan var lagrad i över 7 månader medan andra delar kom direkt från pannan till sortering. Lagringen av askan gjordes i högar utomhus, högarna fylldes på efterhand och bildade långa strängar med aska, ca 5-8 meter höga. Vid sorteringen togs aska från långsidan vilket blandade upp färsk och äldre aska. Efter sorteringen har askan mognat i 1,5 månad innan provtagningen.

Vid provtagningstillfället låg slaggruset, som var sorterad i två storleksfraktioner, i två stora snötäckta högar. Med hjullastare öppnades tre hål i snötäcket upp per hög och 4 spadtag från varje hål lades på en delningsyta. Askan delades med kon och kvarteringsmetoden ner till två prov på ca 4 liter, ett skickades på analys och ett prov sparades som reserv. För finfraktionen, med kornstorlek upp till 10 mm så var provtagningen relativt enkel och materialet såg homogent och finkornigt ut. För den grövre delen fanns fler felkällor vid provtagningen. Slaggruset hade sintrat ihop i större klumpar vilka valdes bort vid uttaget av proven. Fraktionen innehöll dessutom mycket synlig metall, främst rostfritt som mer eller mindre medvetet valdes bort.

Analys

Bottenaskan är ett avfall och ska därför genomgå en grundläggande karakterisering enligt NFS 2004:10, för att kunna fastställa vilken deponiklass askan kan lämnas till. I den grundläggande karakteriseringen ingår analys av totalhalter, lakegenskaper L/S 10 med både skaktest och perkolationstest. Bottenaska är ett återkommande avfall och därför räcker det att analysera nyckelparametrar efter att den grundläggande karakteriseringen är gjord. Proverna med bottenaska från 2013 analyserades av ALS angående totalhalter och lakegenskaper för skaktest vid L/S 10.

Proverna med slaggrus skickades till Alcontrol för analys av totalinnehåll, lakningsegenskaper vid L/S 0,1 och L/S 10, samt analys av miljöstörande egenskaper som dioxiner, bromerade flamskyddsmedel och screening av övriga ämnen. Alla analyser gjordes för både finfraktionen och grovfraktionen av slaggrus.

Analyserna som gjordes valdes för att kunna jämföras med askor och slaggrus i tidigare publicerad forskning och handböcker som presenteras i kapitel 2.10.

3.4. Användningen av slaggrus i närområdet

Genom intervju med deponiägare i närområdet kunde behovet av slaggrus inom deponiområden uppskattas. Inför kontakt med de närliggande deponierna i området sammanställdes en serie intervjufrågor för att kartlägga hur deponierna används idag och hur planerna för framtiden ser ut. Utöver frågor till deponiägaren så krävdes någon form av ”varublad” för slaggrus från Åmotfors Energi där materialet och dess egenskaper beskrivs. Detta varublad gjordes i enlighet med (RVF. 2002) och återfinns som bilaga C.

Begränsningen för närliggande kommuner sattes vid en radie av 10 mil från Åmotfors och i Sverige. Intervjuer skickades med mail till kommunerna efter en inledande telefonkontakt där ärendet presenterades. De tillfrågade kommunerna var; Arvika, Årjäng, Säffle, Åmål, Bengtsfors, Kil, Grums och Sunne.

Behovet av användningen utanför deponier i närområdet gjordes genom en kartläggning av vad som är planlagt inom nybyggnation/ombyggnation av vägar och anläggningar i närområdet. Beräkningar utifrån de planlagda byggnationerna gav uppskattningar hur mycket slaggrus som kan användas vid olika typer av byggnationer.

4. Resultat och diskussion fallstudie Åmotfors Energi

4.1. Resultat av plockanalys i Eda kommun 2005

En stor del, en tredjedel av soporna, var producentansvarsmaterial som egentligen skulle ha sorterats ut och återvunnits. Nästan hälften, 46 % av soporna var biologiskt nedbrytbart, 2 % var textilier, 5 % blöjor och 10 % övrigt brännbart. Övrigt obrännbart utgjorde 3 % av avfallet och hushållssoporna bestod till 0,3 % av farligt avfall. En mer detaljerad genomgång av fraktionerna framgår av tabell 4.1.

Tabell 4.1 Resultat av plockanalys i Eda 2005.

Fraktion	medel	min	max
Tidningar	5,5%	2,1	10
Pappersförpackningar	6,5%	4,6	10,4
Mjuka plastförpackningar	9,8%	3,1	12,5
Hårda plastförpackningar	3,0%	1,7	6,1
Glasförpackningar	4,0%	1,9	5,6
Metallförpackningar	3,2%	2,1	4,4
Biologiskt nedbrytbart	46,4%	42,7	51,1
Blöjor och bindor	5,4%	2	15,6
Textilier	2,2%	0,4	7,5
Annat brännbart	9,6%	3,1	14,3
Annat obrännbart	3,3%	0,8	7,2
WEEE	0,7%	0,2	2,4
Batterier	0,1%	0	0,2
Farligt avfall	0,3%	0,1	0,8

Felkällor

Flera möjliga felkällor gjorde sig tydliga under sorteringen. Under själva provtagningen uppstod de första problemen bl.a. så var fyrkanten inte alltid likformig, en del rutor innehöll lite sopor medan andra hade ett tjockt lager. Detta medförde att vissa prov var små medan andra fyllde flera säckar. Det var ofta svårt att avgöra om en avfallspåse hörde till provet eller inte, om den låg till större delen i eller utanför rutan. Avfallslassen innehöll en hel del stora säckar som var svåra att hantera, detta är att tänka på vid förbränning av avfallet.

En betydande felkälla var allt matavfall som inte skrapats av från förpackningar, även om ambitionen var att skrapa av allt var det många gånger inte möjligt. Det är främst mjukplastförpackningar som av denna anledning troligen vägde mer än de borde. När det gäller pappersförpackningar så var flera av dem våta och därför tyngre. En gång var fjortonde dag töms avfallet från en stor köttbutik, vi blev förvarnade om att detta avfall mest består av grillmarinad och valde att inte plocka igenom det. Vi tittade på avfallet när sopbilen tömde det och innehållet var främst kött, marinad, frukt och grönsaker och om vi hade tagit med denna del av avfallet så hade andelen biologiskt nedbrytbart ökat ytterligare.

Jämförelse med andra analyser

Resultatet av plockanalysen jämfördes noggrant med de analyser som samtidigt utfördes i grannkommunerna Arvika och Årjäng, se resultat i tabell 4.2. De tre kommunerna har olika insamlingssystem och intresset var stort att få veta om detta syns genom skillnader i innehållet i soppåsen. I bilaga B återfinns den rapport som gjordes 2005, den går djupare in på jämförelsen mellan kommunerna. När det gäller sammansättningen av avfallet var skillnaden liten. Men när mängden avfall per person räknats ut så visade det sig att Eda kommun som har viktbaserad taxa hade mindre avfall i de flesta fraktionerna. Inte bara i fraktionerna med producentansvar som kan sorteras ut utan även de övriga fraktionerna hade mindre mängd i Eda kommun.

Tabell 4.2 Jämförelse av mängden avfall per person i de tre kommunerna, kg/person och år. Baserat på den inkomna mängden avfall under 2005.

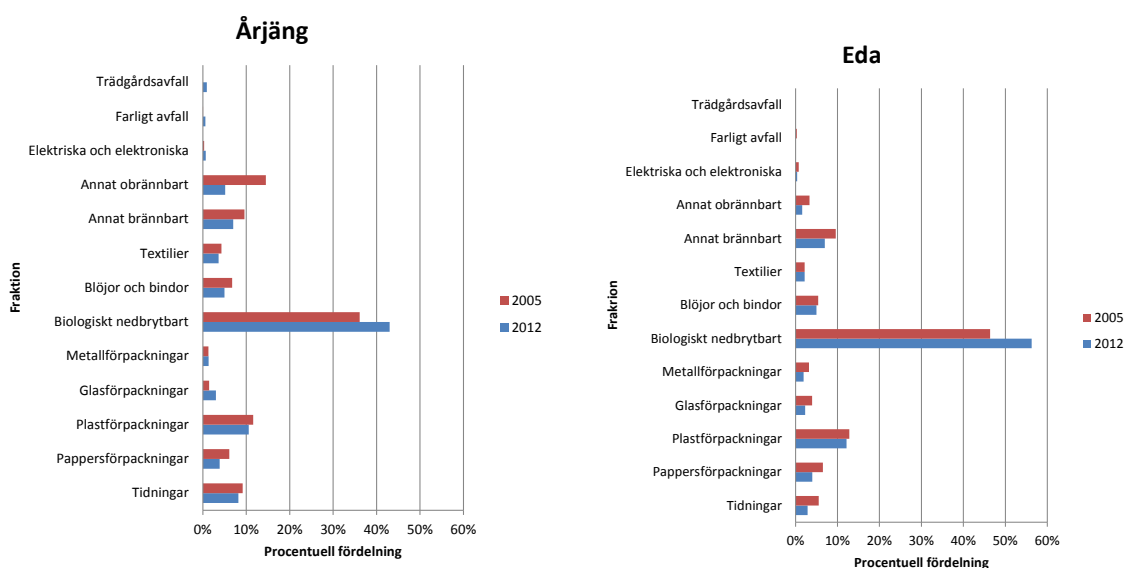
Fraktion	Arvika	Eda	Årjäng
Tidningar	19,0	7,9	15,9
Pappersförpackningar	20,2	9,3	10,5
Mjuka plastförpackningar	22,8	13,9	16,2
Hårda plastförpackningar	9,3	4,3	3,9
Glasförpackningar	4,9	5,6	2,5
Metallförpackningar	5,8	4,6	2,2
Biologiskt nedbrytbart	78,7	65,7	62,5
Blöjor och bindor	14,6	7,7	11,7
Textilier	7,2	3,1	7,4
Annat brännbart	26,9	13,6	14,7
Annat obrännbart	9,8	4,7	25,1
Elektriska och elektroniska	2,0	0,95	0,27
Batterier	0,19	0,1	0,09
Farligt avfall	1,16	0,43	0,08
Trädgårdsavfall	1,77		
Summa, årligt avfall/invånare	224,3	141,7	173,0

Resultatet av plockanalysen i de tre kommunerna stämmer väl överens med andra samtida svenska plockanalyser (Retzner m.fl., 2005). Vid en jämförelse med RVF: s rapport ”Trender och variationer i hushållsavfallets sammansättning” från samma år som plockanalysen i de västvärmländska kommunerna genomfördes så är likheten slående. Tabell 4.3 sammanfattar resultaten från RVF: s rapport. Mängden material med producentansvar i utsorterat brännbart i de 7 kommuner som sammanställs i RVF: s rapport är 31 % vilket endast är en procent mindre än i Eda kommun. Matavfallet utgör 42,8 % av avfallet, vilket är något mindre men i samma storleksordning som de västvärmländska kommunerna. Även när det gäller andelen farligt avfall och elektriska produkter så är innehållet liknande. Den skillnad som man kan se är att endast Arvika kommun i den västvärmländska sammanställningen har trädgårdsavfall, men endast 0,8 % medan trädgårdsandelen uppgår till 6,7 % i RVF: s rapport. Detta kan bero på att de västvärmländska kommunerna är landsbygdskommuner och att trädgårdsavfall därmed hanteras på annat sätt, med kompost i trädgården och liknande eller på att trädgårdsavfall slumpmässigt uteblev just de veckorna när plockanalyserna genomfördes (Retzner m.fl. 2005).

Tabell 4.3 Resultat från Renhållningsverksföreningens (nuvarande Avfall Sverige) plockanalys i sju kommuner 2005 (Retzner m.fl. 2005).

Fraktion	Viktandel	kg/pers. år
Tidningar	7,8%	18,2
Pappersförpackningar	7,7%	17,68
Wellpapp	0,8%	1,56
Mjukplastförpackningar	7,2%	16,64
Frigolit	0,3%	1,56
Hårdplastförpackningar	3,3%	7,8
Glasförpackningar	2,3%	7,28
Metallförpackningar	1,7%	4,16
Matavfall	42,8%	98,8
Blöjor	5,5%	12,48
Textilier	2,3%	5,2
Övrig brännbart	4,2%	9,88
Övrigt glas	0,2%	0,52
Övrig plast	0,9%	2,08
Övriga metaller	0,9%	2,08
Övrigt	4,3%	9,36
Farligt avfall	0,3%	0,52
Elektronikskrot	0,5%	1,04
Trä	0,5%	1,04
Trädgårdsavfall	6,7%	15,6
Summa	100%	233,48

Efter plockanalysen 2005 så har Årjäng och Eda kontrollerat innehållet i sitt hushållsavfall ytterligare en gång. Analysen som är gjord 2012, 7 år senare, visar på ett liknande resultat. Andelen biologiskt nedbrytbart är fortfarande hög och till och med högre i båda kommunerna trots kampanjer om kompostering och rabatterade priser på införskaffning av kompost. Den totala mängden avfall i Årjäng har ökat med ca 10 % under åren 2005 till 2012 (Årjängs kommun, 2013) och i Eda med 18 % under åren 2005 till 2011 (Avfall Sverige, 2012). Resultaten visas i figur 4.2 och 4.3.



Figur 4.2 och 4.3 Sammanställning och jämförelser av plockanalyser 2005 och 2012 i Årjäng och Eda.

Diskussion

Att direkt koppla samman avfallets, det vill säga bränslets innehåll, och kvalitet med bottenaskans kvalitet är inte helt korrekt. Miljöpåverkan av slaggrus påverkas inte helt av förekomsten av miljöstörande ämnen i slaggruset, utan på risken för utlakningen av ämnet, samt i vilken form ämnet är bundet. Men att ha ett system som helt klarar av att undvika miljöstörande ämnen i slaggrus och askan genom att ämnet inte finns i bränslet vore det bästa. Den enda lösningen för att undvika miljöstörande ämnen i avfall är att via lagstadgning försöka att helt få bort dessa ämnen i varor och produkter. Men även då finns en fördröjande effekt innan resultatet kan ses i avfall och askan. Att sortera ut miljöstörande ämne vid källan är det bästa alternativet vi har idag och genom kampanjer och information så har Sverige lyckats med att minska mängderna av farligt avfall och andra fraktioner. Alternativet att sortera avfallet före förbränning görs ofta vid fluidiserad bädd, där en förbehandling med krossning och metallavskiljning behövs för att kvalitén på bränslet ska anpassas till förbränningstekniken.

4.2. Bottenaska

Innehållet i bottenaskan framgår av tabell 4.4 och är uppdelat i huvudämnen som presenteras i procent av torrsubstansen och spårämnen som presenteras i mg/kg torrsubstans. Bottenaskan består främst av kiseldioxid (kvars) som är ett vanligt ämne i jordskorpan, nästan hälften av bottenaskan är kiseldioxid. Därefter följer aluminium-, kalcium- och järnoxider, på mellan 10 och 15 % av torrsubstansen, mer kända under namn som lerjord (aluminiumoxid) och osläckt kalk (kalciumoxid). Järnoxid och aluminiumoxid är vanligt förekommande i naturen och framförallt järnoxid som bildar små partiklar med stora ytor som har en förmåga att binda lösa partiklar som exempelvis bly och arsenik hårt så att dessa inte lakar ut. Bland spårämnena ser vi höga halter av barium, koppar, bly och zink.

Tabell 4.4 Totalhalter i bottenaska från Åmotfors Energi prover tagna från 2010 och 2012 samt ett mindre antal parametrar 2011.

		Spridning							
Parameter	Enhet	2010		2011	2012	medelvärde	st. avvik.	%	
TS%		87	87	86	81	74	83	5,67	7%
SiO2	% TS	47	47	43		56	48	5	11%
Al2O3	% TS	12	11	10		13	11	1,06	9%
CaO	% TS	15	15	16		15	15	0,31	2%
Fe2O3	% TS	12	13	15		10	13	2,21	18%
K2O	% TS	1,46	1,48	1,41		1,55	1,48	0,06	4%
MgO	% TS	2,19	2,19	2,35		2,260	2,248	0,076	3%
MnO	% TS	0,207	0,197	0,243		0,115	0,191	0,054	28%
Na2O	% TS	5	5	5		6	5	0,82	16%
P2O5	% TS	1,28	1,21	1,34		1,23	1,27	0,058	5%
TiO2	% TS	1,32	1,30	1,49		1,55	1,42	0,124	9%
Arsenik	mg/kg TS	33	33	42		34	36	4	12%
Barium	mg/kg TS	1590	1590	1750		1990	1730	189	11%
Kadmium	mg/kg TS	6,79	4,17	4,05		2,43	4,36	1,80	41%
Kobolt	mg/kg TS	23	29	33		38	31	6,13	20%
Krom (total)	mg/kg TS	530	618	749		496	598	113	19%
Koppar	mg/kg TS	3010	7340	8550	2820	2180	4780	2936,88	61%
Kvicksilver	mg/kg TS	0,027	0,023	0,027		0,010	0,022	0,008	37%
Molybden	mg/kg TS	16	19	27	24	16	20,2	5,0	25%
Nickel	mg/kg TS	184	179	254	141	100	172	57,14	33%
Bly	mg/kg TS	2370	1620	1590		534	1529	755	49%
Antimon	mg/kg TS	89	91	107			96	10	10%
Vanadin	mg/kg TS	48	50	53		46	49	3	6%
Zink	mg/kg TS	5230	5210	5940		4600	5245	548	10%

Bottenaskans lakningsegenskaper presenteras i tabell 4.5. Jämförs utlakningen med totalhalterna kan man tydligt se att olika partiklar är olika hårt bundna. Utlakningen av exempelvis molybden är större än utlakningen av zink och bly trots att totalhalten av zink och bly är ca 100 gånger större.

Tabell 4.5 Lakegenskaper L/S 10 för bottenaska från Åmotfors Energi prover tagna 2010 och 2012.

Parameter	Enhet	2010			Spridning		
		2010 skaktest	2010 perkolations test	2012	Medel	st. avvik.	%
pH		10,80	9,40	11,40	10,53	1,03	10%
Kond.	<i>mS/m</i>	110		101	106	6,36	6%
Arsenik	<i>mg/kg TS</i>	<0,02	<0,0129	<0,01	0,0143	0,0051	36%
Barium	<i>mg/kg TS</i>	1,31	0,52	0,50	0,775	0,463	60%
Kadmium	<i>mg/kg TS</i>	<0,001	<0,000525	<0,000755	0,00076	0,00024	31%
Co	<i>mg/kg TS</i>	<0,001	<0,000794		0,0009	0,0001	16%
Krom (total)	<i>mg/kg TS</i>	0,138	0,035	0,324	0,166	0,147	89%
Koppar	<i>mg/kg TS</i>	1,42	0,67	1,38	1,16	0,42	37%
Kvicksilver	<i>mg/kg TS</i>	<0,00002	<0,0002	<0,0002	0,0001	0,0001	74%
Molybden	<i>mg/kg TS</i>	1,73	1,94	0,65	1,44	0,69	48%
Nickel	<i>mg/kg TS</i>	<0,01	<0,00674	<0,009	0,0086	0,0017	19%
Bly	<i>mg/kg TS</i>	0,09	0,06	0,30	0,1530	0,1290	84%
Antimon	<i>mg/kg TS</i>	0,404	0,351	0,344	0,366	0,033	9%
Selen	<i>mg/kg TS</i>	0,0234	0,0216	0,0042	0,016	0,011	65%
Zink	<i>mg/kg TS</i>	0,08	0,12	0,37	0,1913	0,1549	81%
DOC	<i>mg/kg TS</i>	337	69	207	204	134	66%
Klorid	<i>mg/kg TS</i>	3080	2960	2160	2733	500	18%
Fluorid	<i>mg/kg TS</i>	<8	<6,67	7,09	7,25	0,68	9%
Sulfat	<i>mg/kg TS</i>	2030	963	893	1295	637	49%

Bottenaskans lakegenskaper jämfört med kriterier för deponier enligt NFS 2004:10 presenteras i tabell 4.6. Lakningsvärdena för bottenaskan överskrider kriterierna för inert deponi för parametrarna antimon, molybden, klorid och sulfat. Lakningen av antimon, molybden och klorider ligger över vid alla provtillfällen. Lakningen från bottenaskan underskrider för alla parametrar kriterierna för icke-farligt avfall.

Tabell 4.6 Lakegenskaper Bottenaska från Åmotfors Energi jämfört med kriterier deponi, inert avfall och icke-farlig avfall.

Parameter	Enhet	Bottenaska Åmotfors Energi				
		Lakning L/S 10		Krav enl. NSF 2004:10		
		2010	2010	2012	Kriterier för inert deponi	Kriterier för icke-farligt avfall
		skaktest	perkulations test			
Arsenik	mg/kg TS	<0,02	<0,0129	<0,01	0,5	2
Barium	mg/kg TS	1,31	0,52	0,50	20	100
Kadmium	mg/kg TS	<0,001	<0,000525	<0.000755	0,04	1
Krom (total)	mg/kg TS	0,138	0,035	0,324	0,5	10
Koppar	mg/kg TS	1,42	0,67	1,38	2	50
Kviksilver	mg/kg TS	<0,00002	<0,0002	<0.0002	0,01	0,2
Molybden	mg/kg TS	1,73	1,94	0,65	0,5	10
Nickel	mg/kg TS	<0,01	<0,00674	<0.009	0,4	10
Bly	mg/kg TS	0,09	0,06	0,30	0,5	10
Antimon	mg/kg TS	0,404	0,351	0,344	0,06	0,7
Selen	mg/kg TS	0,0234	0,0216	0,0042	0,1	0,5
Zink	mg/kg TS	0,08	0,12	0,37	4	50
Klorid	mg/kg TS	3080	2960	2160	800	15000
Fluorid	mg/kg TS	<8	<6,67	7,09	10	150
Sulfat	mg/kg TS	2030	963	893	1000	20000

4.3. Laboratorieanalyser

Resultat av laboratorieanalyserna provtagna och analyserade enligt kapitel 3.3.

Tabell 4.7 Resultat av provtagningar 2013 – Totalhalt och Lakegenskaper.

Parameter		Totalhalter		Lakterer			
		Finfraktion	Grovfraktion	Finfraktion L/S 0,1	Finfraktion L/S 10	Grovfraktion L/S 0,1	Grovfraktion L/S 10
Torrsubstans		78%	94%				
TOC		0,94%	0,34%				
pH		10	11				
Aluminium	g/kg TS	54	52				
Fosfor	g/kg TS	6,80	5,40				
Järn	g/kg TS	81	59				
Kalcium	g/kg TS	110	100				
Kalium	g/kg TS	11	12				
Magnesium	g/kg TS	11	12				
Mangan	g/kg TS	2,00	3,90				
Natrium	g/kg TS	22	35				
Strontium	g/kg TS	0,35	0,33				
Svavel	g/kg TS	6,30	6,40				
Titan	g/kg TS	7,20	5,80				
Antimon	mg/kg TS	92	120	0,0048	0,390	0,0056	0,360
Arsenik	mg/kg TS	26	38	0,0015	0,0190	0,00056	0,0095
Barium	mg/kg TS	1400	1500	0,0088	0,370	<0,002	<0,1
Bly	mg/kg TS	2000	1300	0,0001	0,003	0,0001	<0,0021
Kadmium	mg/kg TS	6,60	6,10	0,000017	0,000390	0,000042	<0,00024
Krom (total)	mg/kg TS	340	440	0,0022	0,057	0,0010	0,0430
Koppar	mg/kg TS	4500	3600	0,0048	0,070	0,0740	0,4700
Kviksilver	mg/kg TS	<0,05	0,240	<0,00002	<0,001	<0,00002	<0,001
Molybden	mg/kg TS	25	21	0,0380	0,890	0,180	0,750
Nickel	mg/kg TS	200	220	0,0001	<0,005	0,0010	<0,006
Selen	mg/kg TS			0,0011	0,016	0,0020	<0,012
Vanadin	mg/kg TS	43	39				
Zink	mg/kg TS	8000	6700	<0,001	<0,03	0,0011	0,04
DOC	mg/kg TS			0,94	32,60	4,60	23,40
Fluorid	mg/kg TS			0,280	4,900	0,038	2,700
Klorid	mg/kg TS			200	1784	400	1271
Sulfat	mg/kg TS			260	5408	156	1245

Tabell 4.8 Resultat av provtagningar 2013 - Dioxiner. Enhet, ng/kg TS.

Parameter	Finfraktion	Mätosäkerhet	Grovfraktion	Mätosäkerhet
Torrsubstans	78.2%	±7.8	91.1%	±9.1
2378 TCDD	<2	±0.60	<2	±0.60
12378 PeCDD	<2	±0.60	2,1	±0.63
123478 HxCDD	<2	±0.70	<2	±0.70
123678 HxCDD	<2	±0.70	2,5	±0.88
123789 HxCDD	<2	±0.70	2,9	±1.0
1234678 HpCDD	16	±4.8	25	±7.5
OCDD	67	±20	110	±33
2378 TCDF	4	±1.2	4,6	±1.4
12378 PeCDF	5,5	±1.7	5,2	±1.6
23478 PeCDF	6,1	±1.8	9	±2.7
123478 HxCDF	6	±1.8	10	±3.0
123678 HxCDF	6,5	±2.0	9,8	±2.9
123789 HxCDF	<2	±0.60	<2	±0.60
234678 HxCDF	6,8	±2.0	9,6	±2.9
1234678 HpCDF	24	±7.2	39	±12
1234789 HpCDF	4,6	±1.4	7	±2.1
OCDF	34	±10	63	±19
WHO-PCDD/F-TEQ Lower Bound	4.8	±1.7	9.6	±3.4
WHO-PCDD/F-TEQ Upper Bound	9.6	±3.4	12	±4.2

Tabell 4.9 Resultat av provtagningar 2013 - Screening. Enhet mg/kg TS.

Parameter	Grovfraktion	Finfraktion
Torrsubstans	90.8%	77.9%
Diklorbensener	<0.3	<0.3
Triklorbensener	<0.2	<0.2
Tetraklorbensener	<0.2	<0.2
Pentaklorbensener	<0.1	<0.1
Hexaklorbensener	<0.1	<0.1
Etylbensen	<0.1	<0.1
Xylener	<0.3	<0.3
Aromater större än xylen	<10	<10
Naftalen	<0.1	<0.1
Acenaftilen	<0.1	<0.1
Acenaften	<0.1	<0.1
Fluoren	<0.1	<0.1
Fenantren	<0.1	<0.1
Antracen	<0.1	<0.1
Fluoranten	0.13	<0.1
Pyren	<0.1	<0.1
Benso(a)antracen	<0.1	<0.1
Chrysen	<0.1	<0.1
Benso(b+k)fluoranten	<0.2	<0.2
Benso(a)pyren	<0.1	<0.1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0.1	<0.1
Dibenso(a,h)antracen	<0.1	<0.1
Benso(ghi)perylene	<0.1	<0.1
Nonylfenol	<1	<1
PCB-28 Triklorbifenyl	<0.05	<0.05
PCB-52 Tetraklorbifenyl	<0.05	<0.05
PCB-101 Pentaklorbifenyl	<0.05	<0.05
PCB-118 Pentaklorbifenyl	<0.05	<0.05
PCB-138 Hexaklorbifenyl	<0.05	<0.05
PCB-153 Hexaklorbifenyl	<0.05	<0.05
PCB-180 Heptaklorbifenyl	<0.05	<0.05
Dimetylftalat	<0.1	<0.1
Dietylftalat	<0.1	<0.1
Di-n-butylftalat	<0.1	<0.1
Bensylbutylftalat	<0.1	<0.1
Bis(2-etylhexyl)adipat	<0.1	<0.1
Dietylhexylftalat	0.45	0.25
Di-n-oktylftalat	<0.1	<0.1
Alifatiska kolväten	40	34
Totalt extr org. Material	140	510

Tabell 4.10 Resultat av provtagningar 2013 – Bromerade flamskyddsmedel. Enhet mg/kg TS.

Parameter	Grovfraktion	Finfraktion
Torrsubstans	90.8%	77.9%
2,4,4'-TrBDE #28 (1)	<0.01	<0.01
2,2',4,4'-TeBDE #47 (1)	<0.01	<0.01
2,2',4,4',5-PnBDE #99 (1)	<0.01	<0.01
2,2',4,4',6-PnBDE#100 (1)	<0.01	<0.01
2,2',4,4',5,5'-HxBDE #153 (1)	<0.01	<0.01
2,2',4,4',5,6'-HxBDE #154 (1)	<0.01	<0.01
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE #183 (1)	<0.01	<0.01

4.3.1. Totalhalter

Analysen av totalhalter, tabell 4.7, visade att de två fraktionerna är relativt lika varandra i sammansättning. Finfraktionen hade ett större fuktinnehåll endast 79 % torrsubstans jämfört med grovfraktionen med 95 % torrsubstans. pH i askorna visade på att askorna inte är riktigt mogna än utan kan vinna på längre lagring än de 1,5 till 8,5 månader som denna aska har lagrats. Finfraktionen innehåller mer av järn, koppar, bly och zink. Den grövre fraktionen har större mängder natrium, arsenik, krom, kvicksilver och antimon.

Vid sorteringen så var det enbart den grövre fraktionen som passerade genom magnetisk avskiljning och virvelströmseparator och det är därför rimligt att anta att finfraktionen behåller sitt innehåll av magnetiskt järn och även ickemagnetiska metaller som koppar, bly och zink. Praktiskt så sorteras finfraktionen bort före metallutvinningen för att de små metallbitarna i finfraktionen ändå behöver ett annat avstånd till magneten för att separeras från övrigt innehåll. Med dagens teknik i de mobila sorteringsanläggningarna är det för kostsamt att låta finmaterialet separat gå genom metallutsorteringen. Med en bättre teknik så att mer metall kan utsorteras, alternativt ett högre metallpris, kan detta bli lönsamt i framtiden.

Slaggruset från Åmotfors Energi är jämförbart med övriga slaggrus i litteraturen. I tabell 4.11 så jämförs de två fraktionerna från Åmotfors Energi med tabeller från rapporten "Förbättring av bottenaskors kvalitet" (Avfall Sverige, 2011). Kolumnen "Utan finpartiklar" från litteraturen är när askan från andra och tredje stråket i pannan inte har blandats med bottenaskan medan "Inkl. finpartiklar" innebär att denna tomstråksaska är inblandad. Det är en vanlig föreställning att det är finpartiklarna från askan som innehåller den större delen miljöskadliga ämnen. Precis som resultatet i Avfall Sveriges rapport (2011) så visar innehållet i de två fraktionerna av slaggrus från Åmotfors Energi att det inte främst beror på storleken av partiklarna utan partiklarnas ursprung. De partiklar som flyger med rökgaserna till andra och tredje draget i pannan är de som innehåller mer miljöstörande ämnen.

Zink, koppar och nickel finns i mer än dubbelt så hög koncentration i slaggrus från Åmotfors Energi jämfört med provet utan finpartiklar (Avfall Sverige, 2011) men det

ligger ändå inom normalt intervall enligt Chandler (Avfall Sverige, 2011). De höga halterna kan bero både på att innehållet i askan är högt eller på att sorteringen har varit ogynnsam för dessa ämnen.

Tabell 4.11 Slaggrus från Åmotfors Energi jämfört med litteratordata.

* Data från Avfall Sverige (2011)

Parameter	Enhet	Åmotfors Energi				Litteratordata*		
		Finfraktion	Grovfraktion	Inkl. finpartiklar	Utan finpartiklar	Chandler	Piantone	Renova
TS	%	79%	95,0%					
pH		10	11					
TOC	g/kg TS	9,4	3,5	9,0	21	10-60		
Aluminium	g/kg TS	54	52	49	52	22-73	46	62
Fosfor	g/kg TS	6,8	5,4	6,9	5,8	1,4-6,4	5,5	4,9
Järn	g/kg TS	81,0	59,0	54,1	59	4-150	61	31
Kalcium	g/kg TS	110	100	143	112	0,4-120	126	98
Kalium	g/kg TS	11	12	15	13	0,75-16	9	13
Magnesium	g/kg TS	11,0	12,0	13,5	12	0,4-26	15	13
Mangan	g/kg TS	2,0	3,9	0,66	0,71	0,08-2,4	0,9	0,7
Natrium	g/kg TS	22	35	39	42	3-42	35	49
Strontium	g/kg TS	0,4	0,3					
Svavel	g/kg TS	6,3	6,4	28,9	4,8	1-5		
Titan	g/kg TS	7,2	5,8	8,9	6,5	2,6-9,5	4,9	6,0
Arsenik	mg/kg TS	26	38	39	38	0,1-190	14	44
Barium	mg/kg TS	1400	1500	1267	1467	400-3000	870	1300
Kadmium	mg/kg TS	6,6	6,1	5,7	2	0,3-70	24	1
Krom (total)	mg/kg TS	340	440	550	337	23-3200	448	377
Koppar	mg/kg TS	4500	3600	1900	2800	190-8200	1400	3970
Kvikksilver	mg/kg TS	<0,05	0,2	0,1	0	0,02-8	14	
Molybden	mg/kg TS	25	21	51	<20	2,5-280		41
Nickel	mg/kg TS	200	220	101	120	7-4300	104	86
Bly	mg/kg TS	2000,0	1300,0	1617,0	723	98-14000	1702	1120
Antimon	mg/kg TS	92	120	117	63	10-432	20	101
Zink	mg/kg TS	8000	6700	4333	2567	600-8000	2100	2940
Vanadin	mg/kg TS	43	39	87	48	20-122	36	62

I tabell 4.12 jämförs det lagrade slaggruset med färsk bottenaska från Åmotfors Energi.

I analysen för totalhalterna för den färska askan angavs huvudämnena i olika oxidföreningar, analysen är gjord per element och därefter har halten av oxidföreningarna beräknats av laboratoriet, enligt tabell 4.4. För att kunna jämföra askans innehåll med slaggrusets så har dessa oxider räknats om till metallinnehållet och beräkningar har gjorts utifrån molvikter. Beräkning gjordes per parameter enligt exemplet nedan med hjälp av ekvation 4.1 och 4.2.

$$\text{Parameterns andel av oxiden} = \text{Molvikt Parameter/Molvikt oxid} \quad (4.1)$$

$$\text{Halten per parameter} = \text{parameterns andel av oxiden (4.1)} * \text{halten oxid i analysen (4.2)}$$

Ex. Al_2O_3 11,9 % TS

Molvikt Al_2O_3 = 101,961 g/mol

Molvikt Al = 26,982 g/mol

(Nationalencyklopedin, 2014)

Beräkning enligt ovanstående ger aluminiumhalten i askan till 3,149 %, vilket i tabell 4.12 omvandlats till 31 mg/kg TS.

När totalhalterna för den färska askan och slaggruset sammanställs i tabell 4.11 så kan man se att de flesta av dessa beräknade metaller får betydligt lägre halter än motsvarande i slaggruset. Den troliga orsaken till detta är att uppslutningen av askorna och slaggruset är gjort med olika syror. Uppslutningen av slaggruset är gjort med vätefluorid (HF) medan askans uppslutning salpetersyra (HNO₃) och enligt Kindberg (2014) så gör HF metallerna i askan mer tillgängliga och därför ger detektionerna ett högre värde vid analysen.

Totalhalterna i askan och i bottenaskan skiljer sig inte nämnvärt åt för någon parameter, vilket kan verka anmärkningsvärt då ca 12 vikt% av askan är metaller som har sorterats ut. En förklaring till detta kan vara att vid provtagning så väljs material större än provtagningskärlet bort. Detsamma görs sedan hos analysföretaget, överstort material plockas bort innan analys.

Tabell 4.12 Totalhalter i Slaggrus från Åmotfors Energi jämfört med totalhalter i färska aska från Åmotfors Energi.

Parameter	Enhet	Färska aska					Slaggrus			
		2010	2010	2010	2011	2012	Medel	Finfraktion	Grovfraktion	Medel
TS	%	87%	87%	86%	81%	74%	83%	79%	95%	87%
pH		10,9	11,1	10,6			10,9	10	11	10,5
TOC	%	<1,0%	1,10%	1,00%		0,50%	0,87%	0,94%	0,35%	0,65%
Aluminium	g/kg TS	31	29	27		33	30	54	52	53
Fosfor	g/kg TS	2,79	2,64	2,92		2,68	2,76	6,80	5,40	6,10
Järn	g/kg TS	41	45	54		36	44	81	59	70
Kalcium	g/kg TS	107	106	111		109	108	110	100	105
Kalium	g/kg TS	6,1	6,1	5,9		6,4	6,1	11	12	12
Magnesium	g/kg TS	13	13	14		14	14	11	12	12
Mangan	g/kg TS	1,60	1,53	1,88		0,89	1,48	2,00	3,90	2,95
Natrium	g/kg TS	17	17	17		23	19	22	35	29
Svavel	g/kg TS	4,10	4,72	5,65		3,92	4,60	6,30	6,40	6,35
Titan	g/kg TS	7,91	7,79	8,93		9,29	8,48	7,20	5,80	6,50
Arsenik	mg/kg TS	33	33	42		34	36	26	38	32
Barium	mg/kg TS	1590	1590	1750		1990	1730	1400	1500	1450
Kadmium	mg/kg TS	6,8	4,2	4,1		2,4	4,4	6,6	6,1	6,4
Krom (total)	mg/kg TS	530	618	749		496	598	340	440	390
Koppar	mg/kg TS	3010	7340	8550	2820	2180	4780	4500	3600	4050
Kviksilver	mg/kg TS	0,0269	0,0232	0,0267		0,0100	0,0217	<0,05	0,2400	0,2400
Molybden	mg/kg TS	16	19	27	24	16	20	25	21	23
Nickel	mg/kg TS	184	179	254	141	100	172	200	220	210
Bly	mg/kg TS	2370	1620	1590		534	1529	2000	1300	1650
Antimon	mg/kg TS	89	91	107			96	92	120	106
Strontium	mg/kg TS	394	368	439			400	350	330	340
Zink	mg/kg TS	5230	5210	5940		4600	5245	8000	6700	7350
Vanadin	mg/kg TS	48	50	53		46	49	43	39	41

Enligt Naturvårdsverket (2010) så ska kriterierna uppställda i tabell 4.13 uppnås för att materialet ska kunna användas utan särskilt tillstånd, med ”Mindre än ringa risk” och i

”Deponitäckning ovan tätskikt”. För totalhalter i slaggruset så överskrids så gott som samtliga av dessa kriterier, både för finfraktionen och för grovfraktionen.

Tabell 4.13 Totalhalter i Slaggrus från Åmotfors Energi jämfört med riktvärde för ”Mindre än ringa risk” och ”Deponitäckning ovan tätskikt” från Naturvårdsverket (2010). Enhet mg/kg TS.

Parameter		Finfraktion	Grovfraktion	Mindre än	Deponi-
				ringa risk	täckning
Arsenik	mg/kg TS	26	38	10	10
Kadmium	mg/kg TS	6,60	6,10	0,20	1,50
Krom (total)	mg/kg TS	340	440	40	80
Koppar	mg/kg TS	4500	3600	40	80
Kvicksilver	mg/kg TS	<0,05	0,24	0,10	1,80
Nickel	mg/kg TS	200	220	35	70
Bly	mg/kg TS	2000	1300	20	200
Zink	mg/kg TS	8000	6700	120	250

4.3.2. Dioxiner och andra miljöskadliga ämnen

Tre analyser av organiska miljöskadliga ämnen är gjorda på de uttagna proven; dioxiner, bromerade flamskyddsmedel och en screening efter organiska föroreningar. Resultatet av dessa analyser presenterades i sin helhet i tabell 4.8, 4.9 och 4.10.

För dioxiner kunde de flesta olika dioxinföreningar detekteras med rapporteringsgränsen 0,2 ng/kg TS. Dioxinhalten uttryckt i summan WHO-PCDD/F-TEQ är ett viktat mått enligt världshälsoorganisationen (WHO) där de olika dioxinerna viktas samman utifrån sin toxicitet för människor och natur och därefter summeras. Summeringen görs på två sätt; lower bound summerar alla detekterade dioxiner medan upper bound summerar alla dioxiner. De som ej gett utslag antas innehålla detektionsgränsens värde. På det viset kan upper bound utläsas som högsta tänkbara innehållet av dioxiner och sanningen ligger någonstans mellan lower och upper bound (Torstenjssonj, 2014). Dioxinhalten i slaggrus 2013 jämförs i tabell 4.14 med tidigare dioxinprov av bottenaska från Åmotfors Energi.

Tabell 4.14 Dioxininnehåll i Slaggrus från Åmotfors Energi jämfört med tidigare dioxinprover i slaggrus och askor från Åmotfors Energi. Enhet ng/kgTS.

Parameter	Färsk aska		Slaggrus	
	2010	2011	Finfraktion	Grovfraktion
sum WHO-PCDD/F-TEQ loweround	5,2	7,2	4.8	9.6
sum WHO-PCDD/F-TEQ upperbound	7,4	8,9	9.6	12

Enligt naturvårdverkets riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM) så ska dioxinhalten ej överskrida 20 ng/kg TS. Medan vid förorenad mark vid känslig markanvändning (KM) är riktvärdet 2 ng/kg TS (Naturvårdsverket, 2009). Dioxinhalten i aska och slaggrus klarar riktvärdet för MKM, medan riktvärdet för KM överskrids i samtliga provtagningar.

För analyserna av bromerade flamskyddsmedel så kunde inget värde detekteras över rapporteringsgränsen, vilket tyder på låga halter i slaggruset.

Vid screening efter organiska föroreningar så var det fyra ämnen som kunde rapporteras; Ditylhexaftalat, Fluoranten, Alifatiska kolväten och Total extr organiskt material. Se tabell 4.15.

Tabell 4.15 Rapporterade ämnen från screening efter organiska föroreningar. Enhet mg/kgTS.

Parameter	Grovfraktion	Finfraktion
Fluoranten	0.13	<0.1
Dietylhexylftalat	0.45	0.25
Alifatiska kolväten	40	34
Totalt extr org. Material	140	510

Resultatet av screeninganalysen visade på en halt av 0,45 mg Ditylhexaylftalat per kg TS för den grova fraktionen och 0,25 mg/ kg TS för finfraktionen. Detta resultat är dock mycket osäkert eftersom proverna av askan skickades i plasthinkar och för en rättvis analys av ftalater så ska provet inte komma i kontakt med plast (ALS, 2013).

Ditylhexaylftalat är en ftalat, ett mjukgörande ämne som används i plastprodukter. Ftalaterna är inte kemiskt bundna i plasten utan kan läcka ut. I äldre PVC-plast var halterna av ftalater stor, upp till 50 % av plasten och ftalater avsöndras från exempelvis plastmattor och tapeter i bostäder. Ftalater binds till dammpartiklar som människor kan andas in. Fram till 2007 var ftalater och då främst Ditylhexaylftalat och några andra ftalater vanliga i bitleksaker och andra leksaker till barn. Nu är dessa förbjudna i leksaker som barn förväntas bita i. Människan utsätts för ftalater genom inandning, föda, dricksvatten och även genom huden. Ftalaterna går vidare i bröstmjolk vid amning och foster påverkas av mammans exponering. Ftalater har i djurförsök visat sig vara hormonstörande och misstänks även påverka könsutvecklingen på foster som exponeras (Karolinska Institutet RISKWEBB, 2013).

Halten fluoranten överskred rapporteringsgränsen för Grovfraktionen och uppmättes till 0,13 mg/kg TS. Fluoranten är en PAH som bildas vid ofullständig förbränning, exempelvis vedeldning och från trafiken. PAH bildas även i oljor som hettas upp vid belastning. PAH är bioackumulerande och cancerframkallande. Att halten fluoranten är mätbar i slaggruset var oväntat då förbränningen i pannan inte kan ses som ofullständig. Det är även möjligt att grovfraktionen av aska kommer i kontakt med oljor i sorteringsanläggningen, där grovfraktionen åker på flera olika transportband innan den är färdigsorterad. Det kan även förklara varför det endast är grovfraktionen som ger utslag för fluoranten. Fluoranten tillhör gruppen PAH – M, polycykliska aromatiska kolväten med medelhög molekylvikt. Enligt Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark är det totala gränsvärdet för PAH-M 3 mg/kg TS för KM, känslig markanvändning, och 20 mg/kg TS för MKM, mindre känslig markanvändning.

Alifatiska kolväten ingår i benämningen VOC, flyktiga organiska ämnen. De används i bränslen och lösningsmedel, som kan vara en ingrediens i målarfärg, lim, mjukgörare i

PVC m.m. Slaggrusets båda fraktioner innehåll alifatiska kolväten, grovfraktionen 40 mg/kg TS och finfraktionen 34 mg/kg TS. De generella riktvärde som Naturvårdsverket har satt är 100 mg/kg TS för KM och 500 mg/kg TS för MKM.

Halten totalt organiskt material uppgick till 140 respektive 510 mg/kg TS i grovfraktionen och finfraktionen av slaggruset.

4.3.3. Lakegenskaper

Lakegenskaper för slaggruset säger mer om hur materialet påverkar sin omgivning än totalhalten. Skillnaderna mellan finfraktionen och grovfraktionen av slaggrus är små, men man kan utläsa att finfraktionen lakar större mängder av de flesta parametrar, speciellt tydligt är utlakningen av sulfat, DOC, fluorid och barium. Men för några parametrar så är det grovfraktionen som lakar större mängder, tydligast är utlakningen av koppar som är betydligt större för grovfraktionen än finfraktionen.

Tabell 4.16 innehåller lakdata från litteraturen (Avfall Sverige 2011). Här görs skillnad för lakdata från slaggrus där pannaskan blandas med bottenaskan, inklusive finpartiklar och lakdata från slaggrus där pannaskan aldrig blandats in. Man ser tydligt på klorid- och sulfatinnehåll att slaggruset från Åmotfors Energi stämmer bäst överens med aska där finpartiklar inte har blandats in. Slaggruset från Åmotfors Energi skiljer sig mot slaggruset i litteraturen med betydligt lägre lakningshalter för DOC, fluorid och koppar.

Tabell 4.16 Slaggrus från Åmotfors Energi jämfört med litteraturdata.

* Data från Avfall Sverige (2011). Enhet mg/kg TS.

Parameter	Åmotfors Energi		Litteraturdata*		
	Finfraktion	Grovfraktion	Inkl. finpartiklar	Utan finpartiklar	Renova
DOC	33	23	553	1230	460
Fluorid	4,90	2,70	39	81	35
Arsenik	0,02	0,01	<0,05	<0,05	<0,2
Barium	0,37	<0,1	<2	<2	<1
Kadmium	0,00039	<0,00024	<0,004	<0,004	<0,01
Krom (total)	0,06	0,04	4,80	0,41	0,20
Koppar	0,07	0,47	12,19	19,00	7,90
Kviksilver	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Molybden	0,89	0,75	7,80	1,40	0,60
Nickel	<0,005	<0,006	0,07	<0,04	<0,1
Bly	0,0032	<0,0021	<0,05	<0,05	0,100
Antimon	0,02	<0,012	0,06	0,01	<0,05
Vanadin	0,39	0,36	0,04	0,54	0,40
Zink	<0,03	0,04	<0,4	<0,4	0,30
Klorid	1780	1270	8600	2700	2200
Sulfat	5410	1250	13700	3000	1000

I tabell 4.17 jämförs slaggruset med de riktvärden som Naturvårdsverket tagit fram för användning i ”Deponitäckning ovan tätskikt” och riktvärde för användning av

restmaterial med ”Mindre än ringa risk”, presenterade i Handbok 2010:1. Vid L/S 10 så godkänns båda fraktionerna slaggrus till användning med ”Mindre än ringa risk” för alla parametrar utom klorid och sulfat. För L/S 0,1 är det förutom klorid och sulfat ett värde för arsenik i finfraktionen som överskrider riktvärdet för ”Mindre än ringa risk”. Ett värde överskrider riktvärdet för användning i ”Deponitäckning ovan tätskikt” och det är utlakningen av koppar från grovfraktionen vid L/S 0,1. Vid en jämförelse med tabell 3.6 där totalhalterna i slaggruset jämförs med Handboken 2010:1 är skillnaderna stora. Föroreningarna finns i slaggruset, men lakas inte ut.

Riktvärdet för sulfat och klorid är baserade på avvikelser från bakgrundshalten i svenska vattendrag och avser toxiska effekter i ytvatten.

Tabell 4.17 Lakningsegenskaper Slaggrus från Åmotfors Energi jämfört med riktvärde för ”Mindre än ringa risk” och ”Deponitäckning ovan tätskikt” från Naturvårdsverket (2010)

Parameter	Utlakning Co L/S 0,1		Åmotfors Energi		Utlakning L/S 10		Åmotfors Energi	
	Handbok				Handbok			
	Mindre än ringa risk	Deponitäckning	Finfraktion	Grovfraktion	Mindre än ringa risk	Deponitäckning	Finfraktion	Grovfraktion
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/kg	mg/kg	mg/kg TS	mg/kg TS
Arsenik	0,01	0,05	0,015	0,006	0,090	0,400	0,019	0,010
Kadmium	0,01	0,004	0,00017	0,00042	0,020	0,007	0,00039	<0,00024
Krom (total)	0,20	0,06	0,022	0,011	1,00	0,30	0,057	0,043
Koppar	0,20	0,20	0,048	0,740	0,80	0,60	0,070	0,470
Kvicksilver	0,001	0,001	<0,0002	<0,0002	0,010	0,010	<0,001	<0,001
Nickel	0,10	0,20	0,001	0,010	0,40	0,60	<0,005	<0,006
Bly	0,050	0,100	0,0014	0,0008	0,200	0,300	0,0032	<0,0021
Zink	1,0	0,80	<0,01	0,01	4,0	3,0	<0,03	0,04
Klorid	80	6200	2000	4000	130	11000	1784	1271
Sulfat	70	2900	2600	1560	200	8500	5408	1245

Vid en jämförelse mellan lakegenskaperna hos färsk aska och lagrat slaggrus kan vi se att även om totalhalterna är liknande, se tabell 4.12, så är skillnaden i halterna som lakas ut stor, se tabell 4.18. Vi kan se att lagringen och sorteringen av aska påverkar utlakningen av bl.a. organiskt kol, koppar, bly och zink. Detta överensstämmer med tidigare resultat. När askan mognar och pH sänks så minskar rörligheten för de flesta parametrar.

Tabell 4.18 Lakningsegenskaper L/S 10 Slaggrus från Åmotfors Energi jämfört med lakningsegenskaper L/S 10 färsk aska från Åmotfors Energi. Enhet mg/kg TS.

Parameter	Färsk aska		Slaggrus				
	2010 skaktest	2010 perkolationstest	2012	Medel	Finfraktion	Grovfraktion	Medel
pH	10,8	9,4	11,4	10,5	9,0	10,7	9,9
Klorid	3080	2960	2160	2733	1784	1271	1528
Sulfat	2030	963	893	1295	5408	1245	3327
DOC	337	68,5	207	204,2	32,6	23,4	28,0
Fluorid	<8	<6,67	7,09	7,25	4,9	2,7	3,80
Arsenik	<0,02	<0,0129	<0,01	0,014	0,019	0,0095	0,014
Barium	1,31	0,517	0,498	0,775	0,37	<0,1	0,235
Kadmium	<0,001	<0,000525	<0,000755	0,00076	0,00039	<0,00024	0,00039
Kobolt	<0,001	<0,000794		0,0009			
Krom (total)	0,138	0,0347	0,324	0,166	0,057	0,043	0,050
Koppar	1,42	0,669	1,38	1,156	0,070	0,470	0,270
Kviksilver	<0,00002	<0,0002	<0,0002	0,00014	<0,001	<0,001	0,001
Molybden	1,73	1,94	0,646	1,439	0,890	0,75	0,820
Nickel	<0,01	<0,00674	<0,009	0,0086	<0,005	<0,006	0,00550
Bly	0,0937	0,0644	0,301	0,153	0,0032	<0,0021	0,0032
Antimon	0,404	0,351	0,344	0,366	0,390	0,36	0,375
Selen	0,0234	0,0216	0,0042	0,016	0,016	<0,012	0,0160
Zink	0,0848	0,12	0,369	0,191	<0,03	0,04	0,040

4.4. Fallstudie - Användningen av aska från Åmotfors Energi

Den aska som bildas vid avfallsförbränning i Åmotfors hanteras och behandlas enligt kapitel 2.12. Kvar efter återvinning av metaller och bortsortering av deponirest, finns två fraktioner av slaggrus. För att kunna använda denna resurs på bästa sätt har flera olika alternativ utretts, t.ex. användning inom närliggande deponier, ersättning av jungfruligt material vid bygge av väg och vid etablering av industri. Detta avsnitt syftar enbart på mängderna material, vid beräkningen förutsätts att tillstånd finns för användningen. I diskussionen återkommer jag till den bästa möjligheten för användning av slaggrus från Åmotfors Energi.

4.4.1. Deponiområde

Resultatet från intervjuerna var över det hela taget positivt. Svar erhöles från alla tillfrågade kommunala deponiägare. De flesta var positiva till slaggrus som material och flera hade god kännedom om materialet och dess möjligheter och utmaningar. De privatägda deponiägare som kontaktades var båda företag inom pappersindustrin som har stora volymer material från den egna verksamheten som kan användas till sluttäckning. Behov av slaggrus som stabiliserande produkt eller dräneringslager ansågs inte heller behövas.

Sluttäckningen av deponier i området omkring Åmotfors har påbörjats, men endast 1 kommun var helt klar med sin sluttäckning. En annan var i slutfasen och 3-4 deponier har sluttäckningstillstånd klart, men inget behov att påskynda processen. Det vanliga

svaret var att deponin sluttäcks i den takt det kommer in material som kan användas i sluttäckningen. Idag används deponierna sparsamt och i möjligaste mån används material som kan deponeras som nyttigt material inom deponin, som sluttäckning eller anläggningsbyggnad, detta både för att minska deponiskatter och för att minska behovet av inköp av material till de byggnationer som behövs.

Direkt användning av slaggrus var det endast en kommun som var positiv till, Årjäng. Årjäng är en gränskommun till Eda och är i slutfasen av sin sluttäckning. Årjäng var positiv till användning av slaggrus och uttryckte att materialet kom för sent för deras egentliga behov. Men de kunde se en nytta med materialet för anläggningsytor i det område av deponin som fortsatt kommer att användas aktivt och ligger inom kontrollområdet för lakvatten. De såg även att ytor kunde komma att behöva anläggas i närheten av deponin där det idag inte samlas upp lakvatten. Då materialet slaggrus finns i närområdet och motsvarar deras behov så kommer de ta med slaggrus i beaktning den dagen då ytorna projekteras.

Säffle och Åmåls gemensamma deponi har tillstånd att årligen ta emot upp till 10 000 ton slaggrus. Idag görs detta från Renova i Göteborg. Slaggruset används till stabilisering och modulering innan sluttäckning av deponin.

Den möjliga användningen av slaggrus som beskrivs i tabell 4.19 förutsätter att tillstånd och affärsöverenskommelse finns.

Tabell 4.19 Möjlig användning av slaggrus i närliggande kommuner.

Deponiägare	Avstånd (km)	Uppskattat behov (ton)	År
Eda	0	100 000	2013 –
Årjäng	40	5 000	2015-2017
Säffle/Åmål	120	10 000 ton per år	-

4.4.2. Vägsträcka

Förbi Åmotfors mellan norska gränsen och Karlstad går riksväg 61 (RV61). Stora delar av vägen uppfyller inte dagens standard och Trafikverket har utformat en handlingsplan med målet att göra om stora delar av vägen till mötesfri väg. Sträckan mellan Arvika och norska gränsen är uppdelad i sex delar med detaljerade åtgärdsförslag (Trafikverket, 2011). Delarna är olika prioriterade och projektet har inget slutdatum. Under 2014 projekteras sträckan Åmotfors – Haganäset och övriga delar väntas följa efter i den takt ekonomiska medel beviljas.

Som räkneövning har breddningen och delvis nysträckningen av RV61 valts för att beräkna bottenaskans möjliga användning. I handlingsplanen har de olika delarna beskrivits relativt detaljerat och en kostnadsuppskattning har gjorts. De olika behoven av breddning och nydragning har preciserats i stora drag. Dock framgår det inte hur kostnaden har beräknats och hur stor del som är materialkostnad. Beräkningarna är gjorda utifrån uppgifter i handlingsplanen och enligt ekvation 4.3.

$$\text{Behov slaggrus} = t * b * l * d \quad (4.3)$$

Där t är definierat behov av förstärkningslager, b är breddningen av vägen, alternativt nysträckningens bredd, l är delsträckans längd och d är slaggrusets densitet, 1,6 ton/m³.

Åmotfors - Haganäset

Sträcka 7,2 km, del av vägen nygjord, andra delarna av vägen har en låg standard 6,5 – 7,5 m bred

2,2 km ska göras om till 2+2 väg, 16,25 m bred.

500m ska dras om.

Resterande väg ca 2 km blir 2+1 väg, 12,75 m bred.

Förstärkningslager breddning 420 mm, nysträckning 755 mm.

Förbrukning slaggrus, vid användning fullt ut enligt ovan angivna referenser: 26 800 ton

Haganäset – Charlottenberg

Sträcka 7,3 km, låg standard 6,5 -7,5 m bred.

500 m nysträckning

Vägbreddningen denna sträcka antas vara främst till 12,75 m, 1+2 väg.

Förstärkningslager breddning 420 mm, nysträckning 755 mm

Förbrukning slaggrus, vid användning fullt ut enligt ovan angivna referenser: 33 900 ton

Charlottenberg – Riksgränsen

Sträcka 6,8 km, låg standard. Nysträckning bör ses över för delar av vägen.

Antaget ny sträckning 3 km.

Vägbreddningen denna sträcka är ej definierad, antagen från 6,75 m till 12,75.

Förstärkningslager breddning 620 mm, nysträckning (antagen) 755 mm.

Förbrukning slaggrus, vid användning fullt ut enligt ovan angivna referenser: 68 800 ton

Total möjlig användning av slaggrus i RV 61: 130 000 ton

4.4.3. Etablering av industri

Under projektets gång har ett område i Åmotfors blivit aktuellt för nyetablering av industri. En möjlig användning för slaggrus kan då vara att ersätta jungfruligt material i ytor vid byggnation av detta nya industriområde. Marken i detta område är idag klassad som miljöriskområde då det under flera årtionden har varit en lokal industrideponi (Larsson, 2009). Under 1900 fram till 1980-talet har ett antal olika verksamheter använt området som deponi. Den största delen av materialet antas komma från pappers och massaindustrin och bestå mestadels av mesa och bark. Men även slam från Norma, en industri i Åmotfors som tillverkar ammunition, och annat industriellt avfall kan finnas. Ytan är undersökt och bedöms utgöra en stor risk (riskklass 2) för miljön och människors hälsa. Vid en etablering av industri på denna yta bör marken hållas så oförstörd som möjligt. Vid behov av grävning, flyttning av massor så ska massorna tas omhand för provtagning och eventuell sanering. Slaggrusets stabilitetsegenskaper skulle kunna bli användbara i förstärkningslager under hårdgjorda ytor för parkering och liknande.

Ytan som är möjlig för industriområde uppges vara ca 3 hektar. Den yta där det bedöms rimlig att använda slaggrus som förstärkningslager är ca 1 000 kvadratmeter, vilket skulle innebära ca 1 000 ton slaggrus vid ett förstärkningslager med tjocklek 600 mm och densiteten 1,6 ton/m³.

Handelsområde

I den närliggande orten Charlottenberg blomstrar gränshandeln och utbyggnaden av handelsytor är stor. Hösten 2013 öppnade 10 000 m² handelsyta och under våren 2014 ytterligare 27 000 m². Det planeras redan för minst 10 000 kvadratmeter till i handelsyta. Intill det köpcentra som öppnar våren 2014 behövs parkeringsplatser och hårdgjorda ytor till en storlek av ca 52 000 m² (Segermo Entreprenad AB, 2013). Dessa ytor har idag redan påbörjats och användning av slaggrus bedöms inte vara aktuellt.

Användningen av slaggrus i bärlager till parkeringsplatser vid den senast planerade handelsytan är möjligt att hinna med tidsmässigt. Med bakgrund av de angivna hårdgjorda ytorna invid det köpcentra som nämns ovan bedöms det att ca 20 000 kvadratmeter hårdgjorda ytor kommer att anläggas. För 20 000 kvadratmeter yta och ett förstärkningslager av slaggrus med tjocklek 600 mm, beräknas nästan 20 000 ton slaggrus gå åt.

5. Slutsatser

Slaggrusets användbarhet inom deponiområde är god. Tillgång på slaggrus i området överstiger på sikt det behov som finns på deponierna i samma område. Om endast Eda kommuns deponi kommer att användas som slutdestination för slaggruset från Åmotfors Energis aska så dröjer det ca 8 år innan kommunens deponi är konstruerad med 100 000 ton slaggrus och sluttäckningen är klar. Intresset från närliggande deponier var positivt men behovet ansågs lågt.

Materialtekniskt sett så skulle slaggrus som förstärkningslager i bygget av RV61 vara en bra lösning. Materialet finns tillgängligt och på rimligt avstånd. Ombyggnaden av RV61 från Åmotfors till norska gränsen är under planering, en sträcka på ca 20 km. Tidsperspektivet för byggnationen av RV61 är långt, på grund av höga kostnader, vilket passar användningen av slaggrus bra. Med en årlig produktion av slaggrus på ca 10 000 ton så tar det 13 år att producera de uppskattade 130 000 ton som skulle behövas för hela vägsträckan om den utformas enligt nuvarande handlingsplan. För att materialet ska finnas på plats i rätt tid vid byggnationen så krävs stora ytor för lagring av färdigt material på Eda kommuns deponi. Lagringen av askan innan den ska användas under ett tätskikt i en konstruktion måste göras på ett område där lakvatten samlas in. För att undvika att lakvatten sprids. Inför varje utbyggnadsetapp av vägen måste allt slaggrus finnas på lager för att hämtas, för att undvika förseningar i vägbygget. Detta skulle innebära att 7 års slaggrus skulle behöva lagras inför den sista etappen, Charlottenberg till Riksgränsen. För att kunna lagra ca 70 000 ton slaggrus behövs en yta av ca 100 x

100 m om askan lagras i ett lager av 10 m. För att åstadkomma ett sådant lager på deponin krävs att dagens iordningställda ytor ökar, men det bedöms vara genomförbart.

När slaggruset används är det viktigt att tänka på var det läggs ut och hur. Slaggrus ska läggas under tätskikt så att vattengenomföringen är så låg som möjligt. Grundvatten ska skyddas från slaggruset. Det vill säga, slaggrus bör inte användas där högt grundvatten kan antas förekomma, nära grundvattentäkt och inte invid bergssluttningar där vatten kan förväntas rinna från sluttningen och genom vägkroppen.

Vid etablering av industri på ett redan tidigare miljöförorenade området i Åmotfors skulle slaggrus kunna vara ett förstärkningslager under hårdgjorda ytor. Behovet bedöms till 1 000 ton slaggrus vilket är ungefär en tiondel av en årsproduktion i Eda kommun. Byggnationerna av handelsytor i Charlottenberg är desto större i omfattning och vid användning av slaggrus i parkeringsytor är det rimligt att anta att behovet i ett enda projekt kan uppgå till 20 000 ton slaggrus, vilket är två årsproduktioner.

Det är möjligt att göra en ansökan om användning av slaggrus från Åmotfors Energi utanför deponiområde och det finns möjliga projekt i närheten av Åmotfors. Det är viktigt att välja ett projekt där slaggruset är lämpligt som konstruktionsmaterial. Och att i enlighet med Svenska Energiaskors handbok ”Att använda askor rätt – Handbok för miljöprövning av askor” beskriva slaggrusets påverkan samt planen för egenkontroll.

6. Diskussion och observationer

Plockanalys av avfallet i de närliggande kommunerna runt förbränningsanläggningen gav ett tydligt resultat på sammansättningen av hushållens avfall. Avfallet i soppåsarna var likt till sammansättningen och jämförbart med andra svenska plockanalyser. Samtidigt som en enda felsorterad sopa ställde till det i statistiken för hela plockanalysen. När en videospelare kom med i avfallet så gav det stort utslag på farligt avfall för den kommun där videospelaren upptäcktes. På grund av den tydliga avvikelserna så togs denna videospelare bort och räknades till felkällorna. Precis så är det med hushållsavfall. Trots att avfallet är heterogent och innehåller många fraktioner med stor spridning så är det statistiskt likt och homogent. Men när undantagen inträffar kan de påverka både förbränningen i pannan och utsläppen eller askans kvalitet.

Slaggruset från Åmotfors Energi är jämförbart med slaggrus i litteraturen. Trots att avfall som förbränns är heterogent och sorteringsmetoderna för aska varierar för olika anläggningar så förefaller det färdiga slaggruset få relativt lika egenskaper.

Sorteringen av bottenaska som gjordes vintern 2013 och som ligger till grund för det slaggrus som är provtaget i detta arbete gjordes av ett mobilt sorteringsverk. Vid sorteringen av 2013 års slaggrus har en annan entreprenör med ett annat mobilt sorteringsverk utfört sorteringen. Skillnaderna mellan olika sorteringsverk kan vara relativt stora och den märkbara skillnaden mellan de två som använts i Eda var

utsorteringen av ädlare metaller som nästan fördubblades med en effektivare och större virvelsikt.

När slaggrusets innehåll jämförs med handböcker och riktvärden så underkänns slaggruset på de flesta parametrar, medan när lakegenskaperna jämförs med motsvarande riktvärden och handböcker så klarar sig de flesta parametrar. Skillnaden på vad som lakas ut och vad askan innehåller är stora. Detta stämmer bra överens med tidigare forskning på slaggrus. De parametrar som tydligt överskrider Naturvårdsverkets riktvärde för ”Mindre än ringa risk” för lakning enligt handboken 2010:1 är sulfat och klorider. För totalhalter så överskrider alla riktvärden utom kvicksilver för grovfraktionen. Askor binder partiklarna hårdare än andra material. Detta visas även i undersökningar av de över tio år gamla slaggrusvägar som används som långvariga forskningsförsök.

Användningen av slaggrus i Sverige har kartlagts och den huvudsakliga användningen idag är konstruktionsmaterial inom deponiområde samt i olika delar av sluttäckningen av deponier. I Skåne län har flera projekt utanför deponier godkänt slaggrus som en del av konstruktionen. Både länsstyrelse och kommun har varit tillståndsgivare för miljötillstånden och tillståndet har hittills alltid innehållit ett krav på kontrollprogram eller provtagningsprogram.

För att använda slaggrus i anläggningsbyggen krävs planering och att man är ute i god tid. Materialet ska framställas och det är ingen process som kan påskyndas. Askan faller i den takt som avfall förbränns i förbränningsanläggningen. Lagringen av aska innan sortering bör vara ca 6 månader, därefter måste slaggruset lagras tills tillräcklig mängd finns tillgänglig för ett byggprojekt. Under den här tiden ska tillstånd sökas, vilket sannolikt kan bli en långsam och tidskrävande process. En viktig del i arbetet är att få byggherren intresserad genom ett låga priser, ett bra material och god tillgänglighet.

En svårighet med att använda slaggrus utanför deponiområde är att veta vilka framtida användningar som väntas för den aktuella ytan. För industriområden och användning av slaggrus på en begränsad fastighet kan fastighetsregistret vara ett bra register att beskriva användningen av slaggrus. När det gäller användandet i vägar som går genom flera fastigheter är detta mer komplicerat och att enbart beskriva användningen av slaggrus i vägens handlingar ger en risk att de inte går igenom den dag vägen bryts upp.

7. Fortsatt utredning

Eda kommun gränsar till Norge och transporten till godkänd användning i Norge kan vara kortare än på den svenska sidan. Det är viktigt att utreda hur reglerna om slaggrus ser ut i Norge och hur miljövänlig hanteringen är.

Beroende på vilket användningsområde som väljs så ska en ansökan om användande av slaggrus lämnas in till Länsstyrelsen eller kommunen. Ansökan ska vara utformad enligt

Svenska Energi Askors - Handbok för miljöprovning av askor (se kapitel 2.9) och även innehålla materialblad om slaggrus och analyser av det aktuella slaggruset. En viktig del är att definiera ett kontrollprogram som effektivt kontrollerar att miljön inte lider skada utan att den blir för kostsam.

Efter provtagningen av den aska som analyserats i detta projekt har sorteringsprocessen ändrats. Den nya entreprenören som sorterat bottenaskan under sommaren 2013 använde sig av andra storlekar på trummor och andra avståndsnivåer vid utsortering av metaller. De hade även med egen, mer erfaren, personal för utsortering av rostfritt material. För detta nya slaggrus bör analyser på både materialtekniska egenskaper, innehåll och lakningsegenskaper genomföras.

Det färdiga slaggruset bör lagras längre innan analyser och användning. För det slaggrus som hittills har analyserats så har pH-värdet varit högt vilket tyder på att askan inte är mogen. Man kan förvänta sig lägre halter på lakningen av flera parametrar då pH-värdet är lägre. De analyser och tester som bör göras innan en ansökan är: Totalinnehåll och perkolonntest för L/S 0,1 och L/S 10.

För att gå vidare med en ansökan om användning av slaggruset utanför deponiområde behöver slaggrusets materialegenskaper undersökas.

Egenskaperna som enligt von Bahr (2004) bör kontrolleras på askor för att avgöra hur användbara de är till olika ändamål listas nedan.

- Bärförmåga och stabilitet provas med Dynamisk Triaxialprovning. Förutom materialets E-modul som tas fram vid olika spänningsnivåer fås även packningsegenskaper.
- Sättning och kompression är viktigt att veta för materialets långtidsdeformationer. För slaggrus som är ett sprött material testas detta bäst med Modifierad kompressibilitet. Resultatet ska jämföras med den Dynamiska Triaxialprovningen för att sedan ersätta den för fortlöpande kontroll.
- Frostbeständighet beror till stor del på vattenabsorptionen, vid traditionella material ska vattenabsorptionen inte vara mer än 1 %. Men askor kan vara frostbeständiga även om vattenabsorptionen är upp mot 15 %. Detta avgörs då med ett frys-tö-växlingsprov. För bästa resultat ska askan suga vatten länge - 3 månader kan behövas för att få rätt vatteninnehåll. Det finns även vakuummetoder för att påskynda upptagningen av vatten.
- Mekanisk beständighet, beständighet mot nedkrossning, ska för askor provas med en metod som provar en kropp att partiklar istället för partiklarna i sig. Detta eftersom askans korn är spröda. Metoden heter prEN13055-1 och är utformad för lättballast. Ett annat sätt för att få en bild av den mekaniska beständigheten i materialet är att kontrollera kornstorleksfördelningen före och

efter de prover som ger påfrestningar: dynamisk Triaxialprov, modifierad Kompressibilitet och packningsförsök.

- Tjällyftning har vid tidigare försök med slaggrus visat att det inte finns några tendenser till tjälfarlighet varför provning är omotiverad.
- Frosthalka: materialets värmekonduktivitet avgör om det ger upphov till frosthalka. Denna egenskap är viktig vid användning i vägens överbyggnadslager. Här finns numeriska värden att rätta sig efter. Mellan 0-0.25 m under markytan ska värmekonduktiviteten vara högre än 0.6 W/mK och mellan 0.25-0.5 m ska den vara högre än 0.3. Prov ska göras både vått och torrt med metoderna ISO8301 och IOS8302.
- Dränering: materialets permeabilitet (genomtränglighet) måste vara tillräckligt hög i vägens överbyggnad. Funktionskravet är en permeabilitet över $5 \cdot 10^{-7}$ m/s. Prov görs med rörpermeameter.
- Packningsegenskaper testas för att veta hur materialet ska hanteras. Materialets optimala vattenkvot bestäms först med lätt instampning och sedan görs inpackning på vibrobord för att få maximala densiteten.

8. Källor

Tryckta rapporter

Arm Maria. 2006. *Handbok - Slaggrus i väg- och anläggningsarbeten*. Linköping. SGI. ISSN 0281-7578

Arm Maria, Arvidslund Ola, Larsson Lennart, Lind Bo och Tiberg Carlotta. 2008. *Uppföljning av slaggrusprovvägar*. Stockholm. Värmeforsk

Adler Peter, Haglund Jan-Erik & Sjöblom, Rolf. 2004. *Vägledning för klassificering av förbränningsrester enligt Avfallsförordningen*. Stockholm. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor. Projektnummer Q4-142 ÅF Energi & Miljö AB, Söderenergi AB och Tekedo AB

Avfall Sverige. 2007a. *Nedbrytning av organiska föreningar i rökgasreningsprodukter vid avfallsförbränning*. Malmö. Avfall Sverige Utveckling, rapport nr: 2007:03. ISSN 1103-4092

Avfall Sverige. 2007b. *Sluttäckning av avfallsupplag - Alternativa metoder att uppnå gällande krav avseende infiltration*. Malmö. Avfall Sverige Utveckling, rapport nr: 2007:12. ISSN 1103-4092

Avfall Sverige. 2011. *Förbättring av bottenaskors kvalitet*. Malmö. Avfall Sverige Utveckling, rapport nr: U2011:17. ISSN 1103-4092

Avfall Sverige. 2012. *Hushållsavfall i siffror – kommun- och länsstatistik 2011*. Malmö Avfall Sverige Utveckling. Rapport nr U2012:18. ISSN 1103-4092

Avfall Sverige. 2013a. *Kapacitetsutredning 2013 –Avfallsförbränning till år 2020* Malmö Avfall Sverige Utveckling, rapport nr: E2013:04 ISSN 1103-4092

Avfall Sverige. 2013b. *Svensk avfallshantering*. Malmö Avfall Sverige

Bendz David, Arm Maria, Flyhammar Peter, Westberg Gunnar, Sjöstrand Karin, Lyth Martin och Wik Ola. 2006. *Projekt Vändöra - En studie av långtidsegenskaper hos vägar anlagda bottenaska från avfallsförbränning*. Stockholm. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor. Projektnummer Q4-241. ISSN 1653-1248

Bjurström, Henrik & Steenari, Britt-Marie. 2003. *Våt rening av askor, metodöversikt*. Stockholm. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor. Projektnummer Q4-129. ISSN 0282-3772

Björk Anna. 2008. *Optimering av SNCR-system i en biobränsleeldad panna Möjligheter till minskade NOx-utsläpp för ENA Energi*. Examensarbete SLU Uppsala.

Breitholtz Magnus, Linde Margareta, Enell Anja och Wik Ola. 2012. *Askor - långsiktiga ekotoxikologiska miljörisker*. Stockholm. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor. Projektnummer Q9-754. ISSN 1653-1248

Flyhammar Peter, Bendz David, Hartlén, Jan & Grönholm, Raul. 2004. *Lagring av Slaggrus Rapport 1*. Lund. SYSAV utveckling AB.

Flyhammar Peter. 2006. *Kvalitetssäkring av slaggrus- Miljömässiga egenskaper*. Stockholm. Värmeforsk. Projektnummer Q4-216. ISSN 1653-1248

Fällman, A-M., Larsson, L. och Rogbeck, J. 1999. *Slaggrus Miljömässiga och materialtekniska egenskaper*. Svenska Renhållningsverksföreningen RVF, Malmö och Statens geotekniska institut, Linköping

Hansson, Niklas. 2012. *Användning av slaggrus i bundna konstruktionsmaterial*. Värmeforsk Q9-722. Stockholm. ISSN 1653-1248.

Hedman, Björn. 2005. *Dioxin emissions from small-scale combustion of bio-fuel and household waste*. Umeå Universitet.

Hjalmarsson Anna-Karin, Bjurström Henrik och Sedendahl Kerstin. 1999. *Handbok för restprodukter från förbränning*. Stockholm. Fjärrvärmeföreningen

Karkiainen Karin. 2006. *Alternativa material för sluttäckning av deponier*. Examensarbete i Naturgeografi D 20 poäng. Umeå.

Kullh Ulf, Broman Barbro, Hagelin Åsa och Knutås Christer. 2005. *Avfall blir värme och el- En rapport om avfallsförbränning*. RVF Svenska Renhållningsverksföreningen

Kärman Erik, Van Moeffaert Denis, Bjurström Henrik, Berg Magnus och Svedberg Bo. 2004. *Förutsättningar för att askor kommer till användning i vägar*. Stockholm. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor. Projektnummer Q4-207. ISSN 0282-3772

Larsson Charlotte och Strömfors Maria. 2009. *RAPPORT Miljöteknisk undersökning Eda kommun Kroppstafors, Åmotfors 2:72, 2:81 samt 2:84*. Örebro. WSP.

Naturvårdsverket. 2009. *Riktvärden för förorenad mark Modellbeskrivning och vägledning*. Stockholm. Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-5976-7 ISSN 0282-7298

Naturvårdsverket. 2010. *Handbok - Återvinning av avfall i anläggningsarbeten*. Stockholm. Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-0164-3. ISSN 1650-2361.

Naturvårdsverket. 2012. *Från avfallshantering till resurshushållning Sveriges avfallsplan 2012–2017*. Stockholm. Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-6502-7 ISSN 0282-7298.

Olsson Susanna, Gustafsson Jon Petter, van Schaik Joris, Berggren Kleja Dan & van Hees Patrick. 2006. *Kopparformer i lakvatten från energiaskor*. Stockholm. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor. Projektnummer Q4-247. ISSN 1653-1248

Profu. 2001. *Avfallsmängder i framtiden*.

Retzner Lotta, Vukicevic Sanita och Möller Per. 2005. *Trender och variationer i hushållsavfallets sammansättning*. Malmö. RVF Utveckling 2005:05. ISSN 1103-4092

Salin Jenny. 2013a. *Kapacitetsutredning 2013*. Profu. Föreläsningsmaterial 2013-04-11, Helsingborg.

Sahlin Jenny. 2013b. *Kapacitetsutredning 2013 –Avfallsförbränning till år 2020*. Avfall Sverige. Malmö. RAPPORT E2013:04. ISSN 1103-4092

Socialstyrelsen. 2004. *Miljökonsekvensbeskrivning och hälsa Några föroreningskällor – beskrivning och riskbedömning*. Lindesberg

Svenska Energiaskor. 2012. *Askor en resurs rätt använd Handbok för miljöprövning av askor*. Stockholm. Svenska Energiaskor.

Svenska Renhållningsverksföreningen. 2002. *Kvalitetssäkring av slaggrus från förbränning av avfall*. Malmö ISSN 1103-4092

Svensson, Malin. Sjöblom, Rolf, Herrmann, Inga & Ecke, Holger. 2005. *Selektiv mobilisering av kritiska element hos energiaskor*. Stockholm. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor. Projektnummer Q4-140. ISSN 1653-1248

Tham Gustav & Andreas Lale. 2008. *Utvärdering av fullskaleanvändning av askor och andra restprodukter vid sluttäckning av Tveta Återvinningsanläggning*. Stockholm. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor. Projektnummer Q6-629 & Q6-635

Wermland Paper. 2006. *Teknisk beskrivning med miljökonsekvensbeskrivning avseende planerad samförbränningsanläggning, Åmotfors*. Göteborg.

Wikman, Karin; Berg, Magnus; Bjurström, Henrik & Nordin, Anders. 2003. *Termisk rening av askor*. Stockholm. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor. Projektnummer Q4-128

von Bahr Bo, Ekvall Annika, Schouenborg Björn. 2004. *Kvalitetskriterier för bottenaskor till väg- och anläggningsbyggnad Etapp I – inventering av provningsmetoder och funktionskrav*. Stockholm. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor. Projektnummer Q4-143. ISSN 0282-3772

Åslund Elisabet. 2000. *Inventering och karakterisering av brännbart avfall i Norrköpingsregionen*. Luleå tekniska universitet. Examensarbete. ISSN: 1402-1617.

Muntliga källor

Grönholm Raul; projektledare Sysav Utveckling AB. 2006. Malmö. Studiebesök 23 februari.

Kindeberg Christina; Alcontrol. 2014. Telefonkontakt 10 februari.

Torstensson Holger; PROVAB. 2014. Arvika. Personlig kontakt 23 januari.

Romell, Per; avfallsmäklare Rekom AS. 2014. Åmotfors. Personlig kontakt 6 februari.

Opublicerade källor

Årjäng kommun. 2012. *Plockanalys*

Internet

ALS. 2013. *OJ-4b Ftalater (12 st.) i jord, slam och sediment*
http://www.alsglobal.se/miljoe/paket/Jord--slam-och-sediment_1/Organiska-amnen_1/OJ-4b-Ftalater-12-st-i-jord--slam-och-sediment_75?c=1
Information hämtad 2013-08-30

Avfall Sverige (2013) Statistik, www.avfallsverige.se
Information hämtad 2013-08-14

Karolinska Institutet RISKWEBB. 2011. *Ftalater*.
<http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?d=39033&a=5740&l=sv>
Senast uppdaterad 2011-03-18
Information hämtad 2013-08-30

Nationalencyklopedin. 2014. *Periodiska systemet*.
http://www.ne.se/static/useful/samlingar/periodiska_systemet.jsp
Information hämtad 2014-01-26

Naturvårdsverket. 2012. *Naturvårdsverkets vägledning till samförbränningsanläggningar inom EUETS i Sverige*.
<http://www.utslappshandel.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/utslappshandel/utslappshandel-vagledning-samforbrannarna-20121108.pdf>
Publicerad 2012-11-08
Information hämtad 2013-08-22

Naturvårdsverket. 2013a. *Så fungerar Kväveoxidavgiften*.
<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning-amnesvis/Energi/Kvaveoxidavgiften-sa-fungerar-den/>
Publicerad 2013-02-14
Information hämtad 2013-08-30

Naturvårdsverket. 2013b. *Miljömålen*.
<http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/>
Publicerad 2013-07-13
Information hämtad 2014-01-26

Segermo Entreprenad AB. 2013. *Pågående projekt - Morast Charlottenberg Shoppingcenter*.
<http://segermo.com/paagaende-projekt/morast-charlottenberg-shoppingcenter/>
Information hämtad 2013-11-10

Trafikverket. 2011. *Handlingsplan Riksväg 61 Fagerås – Riksgränsen*. Borlänge.
Information hämtad 2013-09-23

von Schultz Charlotta (2012) *Gamla kläder blir nya tyger*. Ny Teknik
http://www.nyteknik.se/nyheter/innovation/forskning_utveckling/article3492018.ece
Publicerad 18 juni 2012 08:15
Information hämtad 2013-08-30

Lagar och förordningar

Avfallsförordningen. SFS 2011:937

EU direktiv (2008/98/EG)

EU direktiv 2009/98/EG

EU direktiv 2010/75/EU

Förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. SFS 1998:899.

Förordning om deponering av avfall. SFS 2001:512.

Förordning om förbränning av avfall. SFS 2013:253

Miljöbalken. SFS 1998:808.

Lag (1999:673) om skatt på avfall. SFS 1999:673

9. Bilagor

Bilaga A

I handboken från Svenska Energiaskor Att använda askor rätt -Handbok för miljöprövning av askor finns lättillgänglig information om hur man går tillväga för att använda askor i vägar och anläggningar (Svenska Energiaskor, 2012). Här presenteras en förenklad lista på vad som behövs vid en tillståndsansökan:

- 1) Företagets namn, adress och andra administrativa uppgifter
- 2) Yrkanden och förslag till villkor
- 3) Verksamhetskod
- 4) Användningen av aska har koden 90.130 enligt bilaga till förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899).
- 5) Icke teknisk sammanfattning
- 6) Beskrivning av askan (råvaror och kemikalier)
- 7) Anläggning och skyddsåtgärder (teknisk beskrivning)
- 8) Beskriv askans funktion och placering samt vilken typ av anläggning som ska byggas.
- 9) Beskriv vilka skyddsåtgärder som planeras.
- 10) Lokalisering
- 11) Beskriv platsen som valts, även alternativa platser ska tas upp. Följande uppgifter bör finnas med:
- 12) Redovisa motivering till varför den specifika platsen valts.
- 13) Risk för olyckor
- 14) Egenkontroll
- 15) Beskriv hur egenkontrollen under byggnationen sker samt om något avses kontrolleras efter färdigställande.
- 16) De allmänna hänsynsreglerna
- 17) Redovisning av samråd
- 18) Miljöpåverkan och sammanfattande bedömning
- 19) Redovisa förväntad lakning från anläggningen under olika tidsperspektiv.
- 20) I den sammanfattande bedömningen ska nyttan med att använda askan vägas mot miljöpåverkan och risker som framkommit under utredningen.
- 21) Underskrift

Plockanalys av hushållssopor i Arvika, Eda och Årjängs kommuner

Av: Anna Laggren

Bakgrund

Wermland Paper, Åmotfors Bruk AB är en energikrävande industri som nu söker tillstånd för att utvinna energin genom förbränning av avfall. Vad som sker i pannan, vilka utsläpp och restprodukter som blir beror till stor del på vad avfallet innehåller. Det är därför viktigt att få veta vad som egentligen slängs i soporna.

Det ligger även i kommunernas intresse att få veta vad hushållsavfallet innehåller eftersom det är de som är ansvarig för att avfallet samlas in. Vi har här valt att genomföra en plockanalys i kommunerna Arvika, Eda och Årjäng, dessa kommuner har idag olika system för insamling av avfallshanteringen och intresset är stort för att se om de olika systemen ger någon skillnad i avfallssammansättningen och mängd.

- Arvika har ett traditionellt system där man betalar en årlig fast avgift.
- Eda kommun har ett viktbaserat pris på sophämtningen, viss del är fast och en del är rörlig. Invånarna kan därmed själva styra sin taxa genom att sortera bättre och slänga mindre.
- Årjäng har ett tredje system med två kärl, ett för brännbart och ett för icke brännbart, priset är fast men man kan genom att kompostera hemma få reducerat pris.

Kommunerna behöver veta hur bra invånarna är på att källsortera och om det behövs mer information om sorteringen. För att få veta innehållet i soporna görs en plockanalys.

Avfallslämnare

Vid denna plockanalys kommer allt avfall som kommunerna samlar in analyseras. Det kommer därför inte vara bara hushållsavfall utan även ”därmed jämförligt avfall” avfall från, exempelvis avfall från personalmatsalar och butiker. Vid jämförelse med plockanalyser gjorda i andra delar av landet är det viktigt att komma ihåg att även butiksavfall ingår i denna analys.

Provtagning

I Eda och Årjängs kommuner hämtas avfallet var fjortonde dag och sopbilen töms en gång dagligen på respektive deponi, Lunden och Furskog. För att ta prov från alla rundor sopbilen kör så har vi under två veckor tittat på innehållet i de tio sopbilslar som kommer in per kommun. Först analyserades Edas avfall och därefter Årjängs, båda analyserna utfördes på Edas sopstation Lunden. Under samma tid så analyserades Arvikas avfall på Mosseberg i Arvika. Till Mosseberg kommer flera bilar in varje dag, mellan 5 och 8 bilar per dag. Här valdes därför några av bilarna ut slumpmässigt varje dag.

Avfallet packas i sopbilarna och var därför tillplattat och ibland krossat när det kom fram till avfallsanläggningarna.

Tillvägagångssättet har varit följande. Sopbilen har tömt lasset på en asfalterad yta och med hjälp av en hjullastare har avfallet lagts ut i en fyrkant, ca 12x6 m. Det krävdes en skicklig förare till hjullastaren för att få ut en fin fyrkant utan att köra i soporna och därmed krossa dem ännu mer. Över fyrkanten med avfallet spändes band upp så att 20 rutor bildades. Tio av rutorna var slumpvis utvalda varje dag och ur dessa togs våra prov. I mitten av de utvalda rutorna lades en träram, 50x50 cm, och alla sopor som låg till större delen innanför denna ram plockades ut och lades i en säck. Detta var vårt prov. Sammanlagt utgjorde säckarna, dagens prov, ca 4 % av lassets vikt. I Arvika togs färre säckar ut per lass, men även här togs ungefär 10 säckar ut per dag.

Flera problem uppstod vid provtagningen bl.a. så var fyrkanten inte alltid likformig, en del rutor var lite avfall i medan andra hade ett mycket tjockt lager. Detta medförde att vissa prov var små medan andra fyllde flera säckar. Det var ofta svårt att avgöra om en påse hörde till provet eller inte, om den låg i eller utanför rutan. Men efter några dagar gick det bättre. Soplassen innehöll en hel del stora säckar som var svåra att hantera, vi valde att behandla dom som vanliga soppåsar, om de till större delen låg innanför rutan så togs de med annars inte.

1	2			5
	7			10
11		13		
16		18	19	

Exempel på slumpvalda rutor.

Analys

Alla säckar som tagits ut vägdes och sedan analyserades innehållet genom att sortera det i 17 fraktioner.

Producentansvarsmaterial

- Tidningar
- Pappersförpackningar
- Mjuka plastförpackningar
- Hårda plastförpackningar
- Glasförpackningar
- Metallförpackningar
- Elektriska och elektroniska
- Batterier
- Andra produkter

Kommunalt ansvar

- Biologiskt nedbrytbart
- Slaktrester
- Trädgårdsavfall
- Blöjor och bindor
- Textilier
- Annat brännbart material
- Annat obrännbart material
- Farligt avfall

De olika fraktionerna vägdes efterhand säckarna blev fulla eller tunga. Alla vikter noterades i ett fältark och summerades senare i Excel.

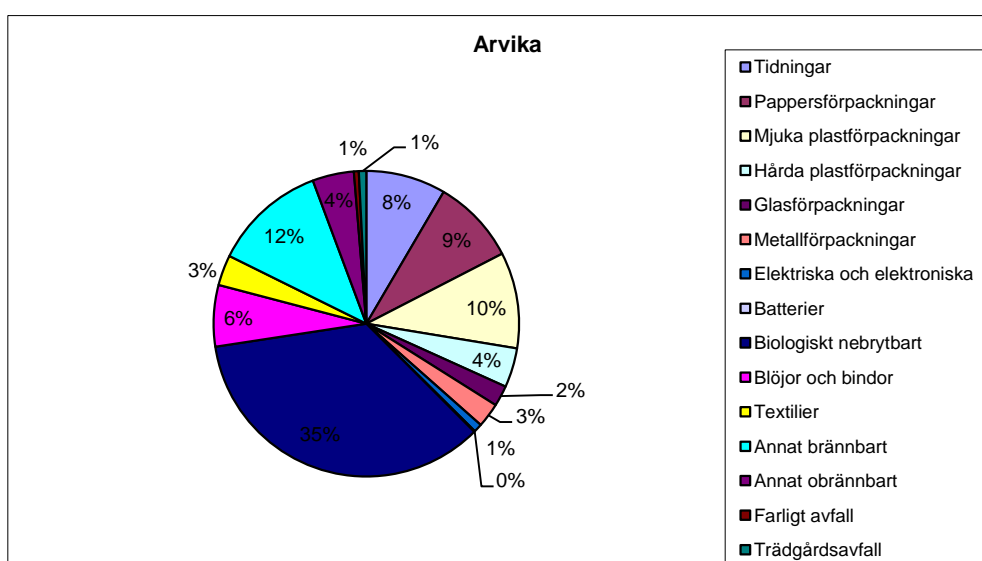
Några av fraktionerna dök aldrig upp. Slaktavfall, som togs med på grund av att analysen genomfördes veckan efter älgjakten, hittades inte. Inte heller Andra produkter med producentansvar hittades, som egentligen bara är bildäck. Eda och Årjäng kunde inte heller utskilja något trädgårdsavfall i soporna, endast enstaka löv förekom som istället sorterades till Biologiskt nedbrytbart. I Arvika hittades en liten del trädgårdsavfall.

Resultat

Skillnaden i hushållsavfallets sammansättning mellan de olika kommunerna är liten. I stora drag så är en tredjedel producentansvar, en tredjedel till hälften är biologiskt nedbrytbart, övrigt brännbart är ca 10 % och farligt avfall under 1 %. Den stora skillnaden mellan kommunerna är mängden avfall som samlas in per person. När den årliga insamlade avfallsmängden per person jämförs så ser man att Eda kommuns system med kostnad per kilo har betydelse, de har ungefär 80 kg/person mindre avfall per år jämfört med Arvika.

Arvika

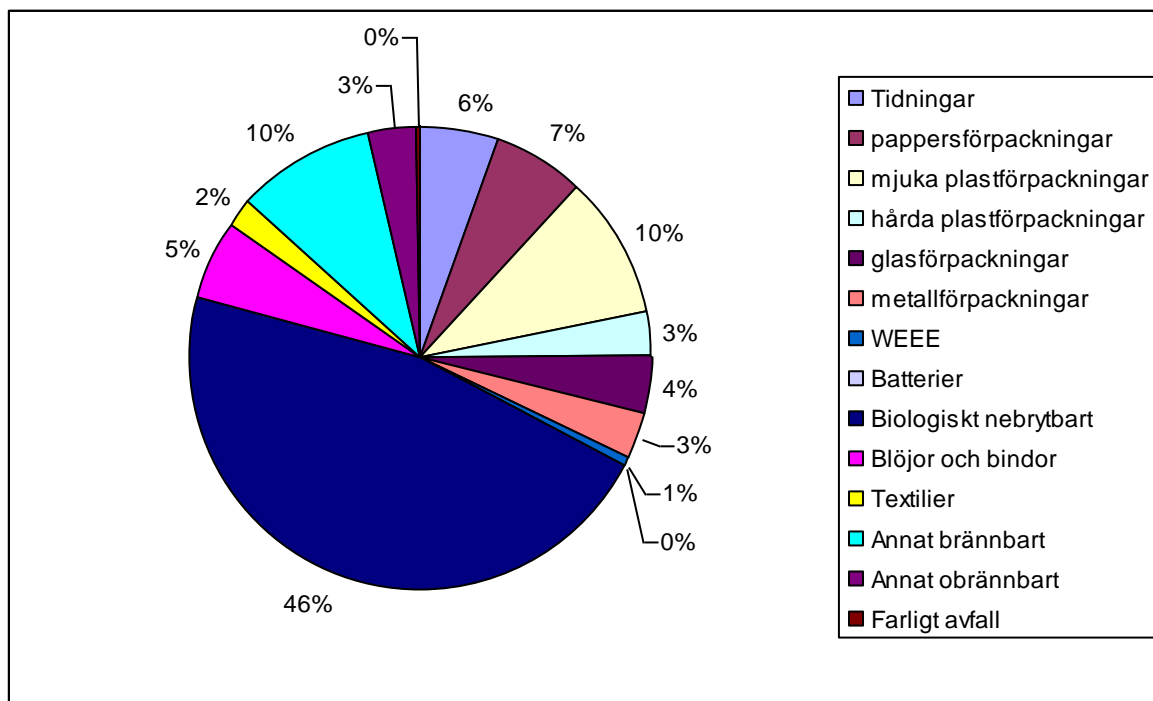
Så stor del som 37 % av Arvikas avfall är producentansvarsmaterial som inte borde vara i soppsåarna. Hela 10 % består av mjukplast, som mest är själva soppåsen och troligen ska ingå i brännbart inom en snar framtid. I så fall kvarstår 27 % av avfallet som borde ha sorterats ut. Det finns stora andelar av både tidningar och pappersförpackningar, 8-9 %, medan andelen glas och metall är mindre, 2-3 %. Lite mer än en tredjedel av avfallet är biologiskt nedbrytbart. Övrigt brännbart står för 12 % medan obrännbart bara är 4 %. Det farliga avfallet i soppåsen, elektriska och elektroniska produkter, batterier och farligt avfall uppgår till 1,5 %.



Fördelningen av Arvikas hushållsavfall

Eda

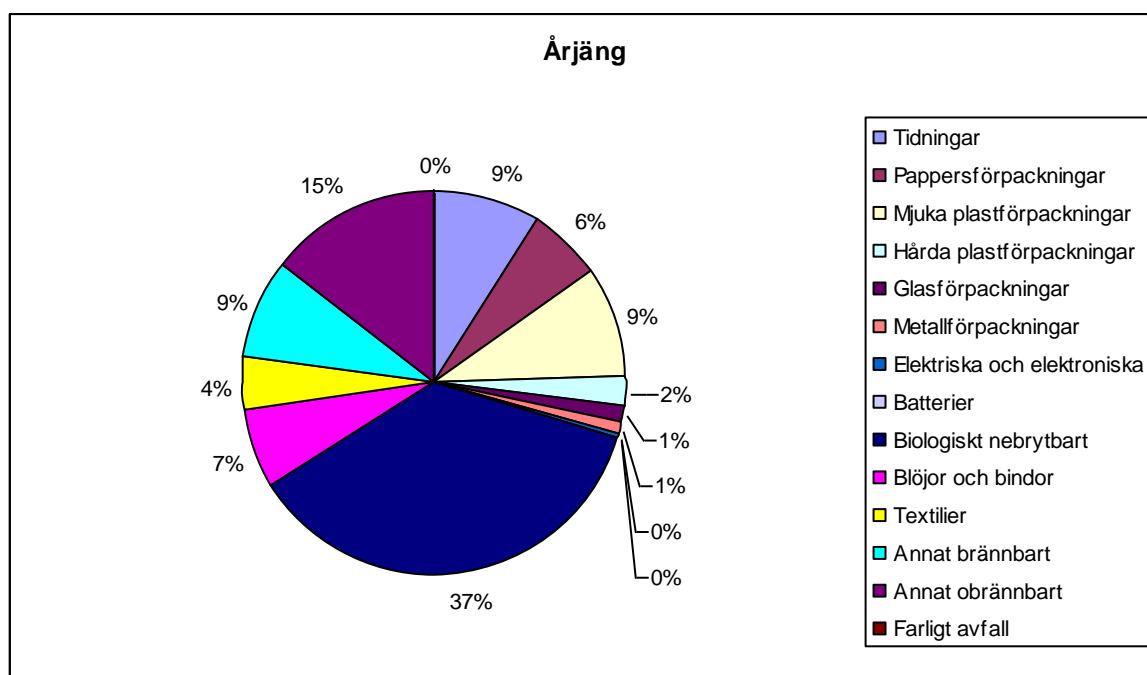
Stor del, en tredjedel av avfallet, är producentansvarsmaterial som egentligen skulle ha sorterats ut och återvunnits. Även här är 10 % mjukplast och det återstår 23 % av avfallet som kommunen inte ansvar för enligt producentansvaret. Nästan hälften, 46 %, av soporna är biologiskt nedbrytbart, 2 % är textilier, 5 % blöjor och övrigt brännbart utgör 10 % medan övrigt obrännbart uppgår till 3 % av avfallet. Hushållssoporna består till 1 % av farligt avfall.



Fördelningen av Edas hushållsavfall

Årjäng

Även i Årjängs avfall är producentansvarsmaterial en stor del, 21 % när mjukplasten är borträknad. Mjukplast sorteras idag inte ut som producentansvar i Årjäng. Andelen glas och metallförpackningar är 1 % var. Biologiskt nedbrytbart uppgår till 37 %, 9 % är övrigt brännbart och 4 % textilier. Hela 15 % är obrännbart, detta genom att mängden i tunnan för icke brännbart har räknats till denna kategori fast än ingen plockanalys har gjorts på avfallet.



Fördelningen av Årjängs hushållsavfall

Diskussion

Om man istället jämför antalet kilo per person som slängs i de olika fraktionerna i kommunerna så kommer stora skillnader fram.

	Arvika	Eda	Årjäng
Fraktion	kg/pers. år	kg/pers. år	kg/pers. år
Tidningar	18,95	7,85	15,89
Pappersförpackningar	20,15	9,25	10,52
Mjuka plastförpackningar	22,80	13,93	16,18
Hårda plastförpackningar	9,34	4,31	3,86
Glasförpackningar	4,91	5,61	2,48
Metallförpackningar	5,80	4,55	2,23
Elektriska och elektroniska	2,00	0,95	0,27
Batterier	0,19	0,10	0,09
Biologiskt nedbrytbart	78,70	65,69	62,45
Blöjor och bindor	14,58	7,68	11,69
Textilier	7,23	3,06	7,41
Annat brännbart	26,92	13,60	14,73
Annat obrännbart	9,84	4,69	25,11
Farligt avfall	1,16	0,43	0,08
Trädgårdsavfall	1,77		
Summa, årligt avfall/invånare	224,34	141,70	173,00

Jämförelse av mängden avfall per person i de tre kommunerna.

Baserat på den inkomna mängden avfall under 2005.

Här kan man se att mängden avfall i flera fraktioner är mindre i Eda än i de övriga kommunerna. Skillnaderna är stora när det gäller tidningar, blöjor, textilier och annat obrännbart. Det verkar som att man minskar på alla sorters avfall när betalningen sker per kilo. Något som är anmärkningsvärt är att det är så pass mycket biologiskt nedbrytbart i Edas avfall, det borde vara lätt att sortera ut och kompostera. En annan sak är att Eda har störst mängd glas per invånare. Om vi antar att konsumtionen av förpackningar inte skiljer sig nämnvärt mellan de olika kommunerna så är invånarna i Eda och Årjäng mer motiverade att källsortera än invånarna i Arvika.

Mängden obrännbart är mycket större i Årjäng där invånarna får en särskild tunna som ska gå på deponi, vilken är medräknad i jämförelsen. I Arvika och Eda är det meningen att invånarna ska åka till respektive återvinningscentral med det material som Årjäng slänger i sin icke brännbart tunna. Tyvärr har vi inga uppgifter om mängden obrännbart som lämnas in på Mosseberg och Lunden. Vi ser här att Årjäng har en mindre andel obrännbart material av procentansvaret, glas och metall. Det kan vara så att de är duktigare på att sortera ut dessa fraktioner eller så kan det tänkas att en del av glas - och metall förpackningarna hamnar i tunnan för icke brännbart.

Årjäng har minsta mängden biologisktmaterial av de tre kommunerna, vilket verkar logiskt eftersom de är de enda som aktivt uppmuntrar invånarna att kompostera. Även mängden farligt avfall, batterier och elektriska produkter är mycket mindre i Årjäng och förhoppningsvis beror detta på den stora informationskampanjen som följde med bytet till det nya avfallssystemet och inte på att det läggs i tunnan för icke brännbart.

Producentansvar

När det gäller insamlingen av producentansvarsmaterial så har följande siffror tagits fram av Förpacknings- och Tidningsinsamlingen och presenteras i kg per kommuninvånare.

	Arvika	Eda	Årjäng
Glas	15,00 kg	14,93 kg	16,67 kg
Hård Plast	1,46 kg	1,73 kg	1,83 kg
Metall	3,27 kg	3,27 kg	3,27 kg
Tidningar	43,00 kg	39,00 kg	36,00 kg
Wellpapp	31,79 kg	5,6 kg	41,6 kg
Kartong	5,49 kg	3,14 kg	5,95 kg

Uppgifterna om metall, wellpapp och kartong bygger delvis på statistik över områden som kan bestå av flera kommuner, varvid insamlingsresultaten har fördelats jämnt mellan berörda kommuner i förhållande till antalet invånare.

Dessa uppgifter är många gånger vilseledande eftersom den insamlade mängden inte vägs per kommun. Insamlingsbilen kan hämta material i flera olika kommuner innan den vägs och töms. Vi ser här att mängden insamlat producentansvarsmaterial är mycket lika för de tre kommunerna. Den stora skillnaden finns för fraktionerna Wellpapp, och i viss mån även Kartong, där Eda kommun har betydligt mindre mängd. Eftersom insamlingen av wellpapp är störst från företag är ett antagande att det kan vara skillnaden i verksamheten hos de etablerade företagen i kommunerna som visas.

Felkällor

Flera möjliga felkällor har gjort sig tydliga under sorteringen.

En stor felkälla är allt matavfall som inte skrapats av från förpackningar, även om ambitionen var att skrapa av allt var det många gånger inte möjligt. Det är främst mjukplastförpackningar som av denna anledning troligen väger mer än den borde. Några gånger kan man av misstag ha slängt vår provtagningsäck i plastförpackningar. Vilket kan ha höjt andelen mjukplastförpackningar ytterligare. När det gäller pappersförpackningar så var flera av dem våta och därför tyngre.

I Eda så har en butik medvetet valts bort. En gång var fjortonde dag töms avfallet från en stor köttbutik, vi blev förvarnade om att detta avfall mest består av grillmarinad och valde att inte plocka igenom det. Vi tittade på avfallet när sopbilen tömde det och innehållet var främst kött, marinad, frukt och grönsaker.

Slutsatser

Det vore intressant att se en plockanalys av Årjängs icke brännbara tunna. Genom att skicka ut en sida om resultatet av plockanalysen till invånarna så uppmärksammas de på vad de gör rätt och fel. Att samtidigt skicka med en sorteringsguide kan göra att vi kan vänta oss ett ännu bättre resultat vid nästa plockanalys. En informationskampanj om hur man ska sortera avfallet borde göras varje år.

**Varuinformationsblad i enlighet med RVF2002:10,
Kvalitetssäkring av slaggrus från förbränning av avfall**

Slaggrus från Åmotfors Energi

Varuinformation 2013

1. Beskrivning av slaggrus

Slaggrus är en produkt som kommer från bottenaska från avfallsförbränning.

Åmotfors Energi i använder en mix av hushållsavfall och verksamhetsavfall i sin förbränning. Askan från förbränning lagras, sorteras och produkten slaggrus utvinns.

Behandlingssteg:

- lagring under minst 6 månader för kemisk stabilisering
- siktning till två fraktioner slaggrus en finfraktion 0-10 mm och en grovfraktion där partiklar över 10 mm samlas
- grovfraktionen genomgår magnetavskiljning, då merparten av magnetiska metaller avskiljs och en avskiljning av ickemagnetiska metaller samt en handplockning av rostfria metaller

2. Användningsområde

Slaggrus kan användas som

- vägar och anläggningsbyggande inom deponiområde
- utjämningskikt och dräneringslager under tätskikt vid sluttäckning av deponi

Efter tillstånd är slaggrus tekniskt lämpligt för

- dränerings och utjämningskikt ovan tätskikt vid sluttäckning av deponi
- förstärkningslager under asfaltytor på lågt trafikerade gator
- förstärkningslager under asfaltytor uppställningsytor och parkeringsplatser
- fyllningsmaterial vid mark och terrasseringsarbeten etc.

3. Hantering och lagring

Lagring får endast ske inom avsett och godkänt område. Produkten får endast användas inom tillståndsgivna områden. Eventuellt överskottsmaterial ska återföras till Eda kommun.

Transport kan ske med öppen lastbil.

4. Kemiska egenskaper

Kemiska sammansättningen och lakbarhet har bestämts för slaggruset efter sortering och lagring. På grund av olika tekniker vid sortering och begränsad erfarenhet så rekommenderas

nya tester för varje unik användningsomgång. De analyser som behövs är totalhalter och lakbarhet vid L/S 2 och L/S 10.

5. Arbetsmiljö

Vid damning ska produkten bevattnas.

6. Tekniska egenskaper

Ska provas för aktuell sorteringsmetod. Kornstorleksfördelning, vattenkvot, densitet, packningsegenskaper, hållfasthet och elasticitetsmodul, bärighet, tjälfarlighet.

Enligt litteraturen är slaggrusets tekniska egenskaper relativt lika oberoende av förbränningsanläggning och sorteringsmetod.

Vattenkvot 16-24%

Densitet 1,4-1,6 t/m³

Packningsegenskaper

- torrdensitet 1,6-1,7 ton/m³
- optimal vattenkvot 16-20vikt-%

Bärighet bedöms vara likvärdig bergskross.

Tjälfarlighet, slaggrus är inte tjällyftande.

7. Dimensionering

Dimensionering av väg eller gatukonstruktion görs enligt ATB Väg 2005. Slaggrus motsvaras av sand det vill säga inte en krossningsprodukt. Vid användande som fyllningsmaterial kan produkten liknas vid ett D1 material enligt Anläggnings AMA 10.

8. Kvalitetssäkring av slaggrus till användning inom deponiområden

Endast metallavskild aska lagrad minst 6 månader får ingå i produkten slaggrus.

Kontrollprogram med provtagningsrutin för lakvattnet på deponiområdet ska tas fram för uppföljning.

9. Kvalitetssäkring av slaggrus till användning ovan tätskikt på deponi och utanför deponiområde

Endast metallavskild aska lagrad minst 6 månader får ingå i produkten slaggrus.

Inför varje projekt ska ett kontrollprogram upprättas innehållande beskrivning av provtagningsrutiner, såsom antal delprov, storlek, antal samlingsprov och rekommenderade analyser, och uppföljningsrutiner med kontroll av grundvattenspåverkan.

Kontroll av utlakningen av metaller för just denna mängd slaggrus ska utföras.

Slaggruset ska uppfylla kraven på:

- pH 10 och
- halt oförbränt < 5viktprocent

10. Leverantör

Eda kommun

Box 66

673 22 Charlottenberg

www.eda.se

Kontaktperson:

Henrik Hansson

Gatuchef

Tel. 0571-28130

henrik.hansson@eda.se

Analysresultat från prov uttagna 2013.

Totalhalter och lakningsegenskaper visas i tabeller.

Totalhalter i Slaggrus 2013			
Analys	Enhet	Finfraktion	Grovfraktion
TOC	%	0,94%	0,35%
pH		10	11
Aluminium	g/kg TS	54	52
Fosfor	g/kg TS	7	5
Järn	g/kg TS	81	59
Kalcium	g/kg TS	110	100
Kalium	g/kg TS	11	12
Magnesium	g/kg TS	11	12
Mangan	g/kg TS	2	4
Natrium	g/kg TS	22	35
Svavel	g/kg TS	6	6
Titan	g/kg TS	7	6
Arsenik	mg/kg TS	26	38
Barium	mg/kg TS	1 400	1 500
Kadmium	mg/kg TS	606	6,1
Krom (total)	mg/kg TS	340	440
Koppar	mg/kg TS	4 500	3 600
Kviksilver	mg/kg TS	<0,05	0,24
Molybden	mg/kg TS	25	21
Nickel	mg/kg TS	200	220
Bly	mg/kg TS	2 000	1 300
Antimon	mg/kg TS	92	120
Strontium	mg/kg TS	350	330
Vanadin	mg/kg TS	43	39
Zink	mg/kg TS	8 000	6 700

Lakning från Slaggrus 2013				
Utlakning Co L/S 0,1			Utlakning L/S 10	
	Finfraktion	Grovfraktion	Finfraktion	Grovfraktion
Analys	mg/l		mg/kg TS	
Arsenik	0,015	0,006	0,019	0,010
Barium	0,088	<0,02	0,370	<0,1
Kadmium	0,00017	0,00042	0,00039	<0,00024
Krom (total)	0,022	0,011	0,057	0,043
Koppar	0,048	0,740	0,070	0,470
Kviksilver	<0,0002	<0,0002	<0,001	<0,001
Molybden	0,38	1,84	0,890	0,750
Nickel	0,0014	0,0100	<0,005	<0,006
Bly	0,0014	0,0008	0,0032	<0,0021
Antimon	0,048	0,056	0,390	0,360
Selen	0,011	0,020	0,016	<0,012
Zink	<0,01	0,01	<0,03	0,04
Klorid	2000	4000	1784	1271
Fluorid	2,80	0,38	4,90	2,70
Sulfat	2600	1560	5408	1245



Finfraktion



Resterande slagg kvar efter sortering

SLU
Institutionen för energi och teknik
Box 7032
750 07 UPPSALA
Tel. 018-67 10 00
pdf.fil: www.slu.se/energioghteknik

SLU
Department of Energy and Technology
P. O. Box 7032
SE-750 07 UPPSALA
SWEDEN
Phone +46 18 671000